



e s c u e l a
p o l i t é c n i c a
s u p e r i o r
d e h u e s c a



Universidad
Zaragoza

Trabajo Fin de Grado

ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD DEL ESTUDIO DE REGULACIÓN DEL RECRECIMIENTO DEL EMBALSE DE YESA

Autor

Nicolás Grassa López

Director

César González Cebollada

Escuela Politécnica Superior de Huesca

2019

Índice de general

1.	Resumen.....	13
2.	Abstract	14
3.	Introducción.....	15
3.1	Gestión de recursos hídricos	15
3.2	Sistema regable del Canal de Bardenas	18
3.2.1	Características generales del sistema del Canal de Bardenas	18
3.2.2	Embalse de Yesa como cabecera del sistema del Canal de Bardenas	19
3.3	Aquatoool como sistema de soporte a la decisión (SSD) para la planificación y gestión de cuencas	22
3.3.1	Qué es y para qué sirve Aquatoool	22
3.3.2	Elementos y cálculos del modelo de simulación SIMGES	23
4.	Justificación y objetivos	29
5.	Metodología.....	30
5.1	Modelo de simulación del programa Aquatoool.....	30
5.1.1	Esquema del modelo de simulación	30
5.1.2	Datos requeridos en el modelo de simulación	33
5.2	Diseño del análisis de sensibilidad de los factores que afectan al sistema regable de las Bardenas.....	38
5.2.1	Análisis de las garantías de suministro según la reducción de las aportaciones debido al Cambio Climático	38
5.2.2	Análisis de las garantías de suministro al variar las tasas de evaporación	47
5.2.3	Análisis de las garantías de suministro al variar la dotación del sistema de Bardenas.....	49
5.2.4	Comparación de escenarios y escenario futuro realista.....	51
6.	Resultados y Discusión	52
6.1	Garantías de suministro según la reducción de las aportaciones	52
6.1.1	Garantías de suministro según la reducción de las aportaciones para Yesa con recrecimiento.....	54
6.1.2	Garantías de suministro según la reducción de las aportaciones para Yesa sin recrecimiento.....	69
6.2	Garantías de suministro al variar la evaporación de la zona de estudio	86
6.3	Garantías de suministro según la variabilidad de las dotaciones.....	87
6.3.1	Garantías de suministro según la variabilidad de las dotaciones para Yesa con recrecimiento.....	87

6.3.2 Garantías de suministro según la variabilidad de las dotaciones para Yesa sin recrecimiento.....	89
6.4 Comparación de los resultados obtenidos del embalse de Yesa con recrecimiento y sin recrecimiento.....	91
6.4.1 Comparación de las garantías de suministro para el embalse de Yesa con recrecimiento y sin recrecimiento al reducirse las aportaciones.....	91
6.4.2 Comparación de las garantías de suministro al variar la evaporación para el embalse de Yesa con recrecimiento y sin recrecimiento	108
6.4.3 Comparación de las garantías de suministro al variar las dotaciones.....	110
6.5 Escenario futuro realista	115
7. Conclusiones	118
7.1 Conclusiones específicas	118
7.2 Conclusiones generales.....	121
7. Bibliografía.....	122

Índice de figuras

Figura 1. Ciclo hidrológico del agua (Fuente: Pérez de la Cruz, 2019).	15
Figura 2. Mapa del sistema de las Bardenas (Fuente: CGRCB, 2019)	19
Figura 4. Imagen de una presa de tipo gravedad (Fuente: Sparrow, 2009)	20
Figura 5. Imágenes del embalse y de la presa de Yesa (Fuente: Elaboración propia, 2019)	20
Figura 6. Imagen del recrecimiento de la presa de Yesa (Fuente: CGRCB, 2019)	21
Figura 7. Imagen de las zonas de llenado de un embalse (Fuente: Sparrow, 2009)	26
Figura 8. Imagen módulo de simulación SIMGES (Fuente Aquatool, 2019)	30
Figura 9. Imagen elementos del esquema de simulación del programa Aquatool (Fuente: Programa Aquatool 2019)	30
Figura 10. Imagen esquema de simulación del sistema de las Bardenas (Fuente: Elaboración propia, 2019)	32
Figura 11. Gráfico de reducción futura de recursos hídricos por el cambio climático en la zona de estudio (Fuente: Elaboración propia, 2019)	39
Figura 12. Gráfico comparativo de las evaporaciones utilizadas en el modelo de simulación (Fuente: Elaboración propia)	48
Figura 13. Gráfico de reducción de las aportaciones mensuales por efecto del Cambio Climático desde 1959 a 2005 (Fuente: Elaboración propia)	52
Figura 14. Gráfico de reducción de las aportaciones mensuales por efecto del Cambio Climático desde 1979 a 2005 (Fuente: Elaboración propia)	53
Figura 15. Gráfico de disminución del volumen mensual de Yesa con recrecimiento por los efectos del Cambio Climático desde 1959 a 2005 (Fuente: Elaboración propia)	59
Figura 16. Gráfico de garantías de suministro para las demandas número 1-9 con Yesa recrecido y para la serie larga (Fuente: Elaboración propia)	60
Figura 17. Gráfico de garantías de suministro para la demanda de Bardenas Tramo I,II,III con Yesa recrecido y para la serie larga (Fuente: Elaboración propia)	61
Figura 18. Gráfico de garantías de suministro para la demanda de Zaragoza con Yesa recrecido y para la serie larga (Fuente: Elaboración propia)	62
Figura 19. Gráfico de disminución del volumen mensual de Yesa sin recrecimiento por los efectos del Cambio Climático desde 1979 a 2005 (Fuente: Elaboración propia)	65
Figura 20. Gráfico de garantías de suministro para las demandas de Bardenas III, Bardenas Tramo IV, Bardenas II Canal, Sora I, Sora II, C. Pardina, Abajo C. Villas, Arriba C. Villas, A. Navarra con Yesa recrecido y para la serie corta (Fuente: Elaboración propia)	67
Figura 21. Gráfico de garantía de suministro para la demanda de Bardenas Tramo I,II,III con Yesa recrecido y para la serie corta (Fuente: Elaboración propia)	68
Figura 22. Gráfico de garantía de suministro para la demanda de Bardenas Tramo I,II,III con Yesa recrecido y para la serie corta (Fuente: Elaboración propia)	68
Figura 23. Gráfico de disminución del volumen mensual de Yesa sin recrecimiento por los efectos del Cambio Climático desde 1959 a 2005 (Fuente: Elaboración propia)	74

Figura 24. Gráfico de garantía de suministro para la demanda de Bardenas Tramo III con Yesa sin recrecer y para la serie larga (Fuente: Elaboración propia).....	76
Figura 25. Gráfico de garantías de suministro para las demandas de Bardenas Tramo IV, Bardenas II Canal, Sora I, C. Pardina, Abajo C. Villas, Arriba C. Villas, A. Navarra con Yesa sin recrecer y para la serie larga (Fuente: Elaboración propia).....	76
Figura 26. Gráfico de garantía de suministro para la demanda de Sora II con Yesa sin recrecer y para la serie larga (Fuente: Elaboración propia).....	77
Figura 27. Gráfico de garantía de suministro para la demanda de Bardenas Tramo I,II,III con Yesa sin recrecer y para la serie larga (Fuente: Elaboración propia).....	77
Figura 28. Gráfico de garantía de suministro para la demanda de Zaragoza con Yesa sin recrecer y para la serie larga (Fuente: Elaboración propia).....	78
Figura 29. Gráfico de disminución del volumen mensual de Yesa sin recrecimiento por los efectos del Cambio Climático desde 1979 a 2005 (Fuente: Elaboración propia).....	81
Figura 30. Gráfico de garantías de suministro para las demandas de Bardenas III, Bardenas Tramo IV, Bardenas II Canal, Sora I, C. Pardina, Abajo C. Villas, Arriba C. Villas, A. Navarra con Yesa sin recrecer y para la serie corta (Fuente: Elaboración propia).....	83
Figura 31. Gráfico de garantía de suministro para la demanda de Sora II con Yesa sin recrecer y para la serie corta (Fuente: Elaboración propia).....	84
Figura 32. Gráfico de garantía de suministro para la demanda de Bardenas Tramo I,II,III con Yesa sin recrecer y para la serie corta (Fuente: Elaboración propia).....	84
Figura 33. Gráfico de garantía de suministro para la demanda de Zaragoza con Yesa sin recrecer y para la serie corta (Fuente: Elaboración propia).....	85
Figura 34. Gráfico de garantías de suministro para las distintas demandas al reducirse las dotaciones con Yesa recrecido (Fuente: Elaboración propia).....	88
Figura 35. Gráfico de garantías de suministro para las distintas demandas al reducirse las dotaciones con Yesa sin recrecer (Fuente: Elaboración propia).....	90
Figura 36. Gráfico comparativo del volumen de Yesa para ambos escenarios sin efectos del Cambio Climático desde 1959 a 2005 (Fuente: Elaboración propia).....	92
Figura 37. Gráfico comparativo del volumen de Yesa para ambos escenarios con una reducción del 5% en las aportaciones debido al Cambio Climático desde 1959 a 2005 (Fuente: Elaboración propia).....	93
Figura 38. Gráfico comparativo del volumen de Yesa para ambos escenarios con una reducción del 10% en las aportaciones debido al Cambio Climático desde 1959 a 2005 (Fuente: Elaboración propia).....	93
Figura 39. Gráfico comparativo del volumen de Yesa para ambos escenarios con una reducción del 15% en las aportaciones debido al Cambio Climático desde 1959 a 2005 (Fuente: Elaboración propia).....	94
Figura 40. Gráfico comparativo del volumen de Yesa para ambos escenarios con una reducción del 20% en las aportaciones debido al Cambio Climático desde 1959 a 2005 (Fuente: Elaboración propia).....	94

Figura 41. Gráfico comparativo de la garantía de suministro de la demanda de Bardenas III para ambos escenarios según las reducciones producidas por el Cambio Climático desde 1959 a 2005 (Fuente: Elaboración propia).....	96
Figura 42. Gráfico comparativo de las garantías de suministro de las demandas de Bardenas Tramo IV, Bardenas II Canal, Sora I, C. Pardina, Abajo C. Villas, Arriba C. Villas, A. Navarra para ambos escenarios según las reducciones producidas por el Cambio Climático desde 1959 a 2005 (Fuente: Elaboración propia).....	97
Figura 43. Gráfico comparativo de la garantía de suministro de la demanda de Sora II para ambos escenarios según las reducciones producidas por el Cambio Climático desde 1959 a 2005 (Fuente: Elaboración propia).....	98
Figura 44. Gráfico comparativo de la garantía de suministro de la demanda de Bardenas Tramo I,II,III para ambos escenarios según las reducciones producidas por el Cambio Climático desde 1959 a 2005 (Fuente: Elaboración propia).....	99
Figura 45. Gráfico comparativo de la garantía de suministro de la demanda de Zaragoza para ambos escenarios según las reducciones producidas por el Cambio Climático desde 1959 a 2005 (Fuente: Elaboración propia).....	100
Figura 46. Gráfico comparativo del volumen de Yesa para ambos escenarios sin efectos del Cambio Climático desde 1979 a 2005 (Fuente: Elaboración propia).....	102
Figura 47. Gráfico comparativo del volumen de Yesa para ambos escenarios con una reducción del 5% en las aportaciones debido al Cambio Climático desde 1979 a 2005 (Fuente: Elaboración propia).....	102
Figura 48. Gráfico comparativo del volumen de Yesa para ambos escenarios con una reducción del 10% en las aportaciones debido al Cambio Climático desde 1979 a 2005 (Fuente: Elaboración propia).....	103
Figura 49. Gráfico comparativo del volumen de Yesa para ambos escenarios con una reducción del 15% en las aportaciones debido al Cambio Climático desde 1979 a 2005 (Fuente: Elaboración propia).....	103
Figura 50. Gráfico comparativo del volumen de Yesa para ambos escenarios con una reducción del 20% en las aportaciones debido al Cambio Climático desde 1979 a 2005 (Fuente: Elaboración propia).....	104
Figura 51. Gráfico comparativo de las garantías de suministro de las demandas de Bardenas III, Bardenas Tramo IV, Bardenas II Canal, Sora I, C. Pardina, Abajo C. Villas, Arriba C. Villas, A. Navarra para ambos escenarios según las reducciones producidas por el Cambio Climático desde 1979 a 2005 (Fuente: Elaboración propia).....	105
Figura 52. Gráfico comparativo de la garantía de suministro de la demanda de Sora II para ambos escenarios según las reducciones producidas por el Cambio Climático desde 1979 a 2005 (Fuente: Elaboración propia).....	106
Figura 53. Gráfico comparativo de la garantía de suministro de las demandas de Bardenas Tramo I,II,III para ambos escenarios según las reducciones producidas por el Cambio Climático desde 1979 a 2005 (Fuente: Elaboración propia).....	107
Figura 54. Gráfico comparativo de la garantía de suministro de la demanda de Zaragoza para ambos escenarios según las reducciones producidas por el Cambio Climático desde 1979 a 2005 (Fuente: Elaboración propia).....	108

Figura 55. Gráfico comparativo de las garantías de suministro de las distintas demandas para ambos escenarios según diferentes evaporaciones (Fuente: Elaboración propia).....	109
Figura 56. Gráfico comparativo de la garantía de suministro de la demanda de Bardenas III para ambos escenarios según diferentes dotaciones (Fuente: Elaboración propia).....	110
Figura 57. Gráfico comparativo de la garantía de suministro de la demanda de Bardenas Tramo I,II,III para ambos escenarios según diferentes dotaciones (Fuente: Elaboración propia).....	111
Figura 58. Gráfico comparativo de las garantías de suministro de las demandas de Bardenas Tramo IV, Bar II Canal, Sora 1, C. Pardina, Abajo C. Villas, Arriba C. Villas, A. Navarra para ambos escenarios según diferentes dotaciones (Fuente: Elaboración propia).....	112
Figura 59. Gráfico comparativo de la garantía de suministro de la demanda de Sora II para ambos escenarios según diferentes dotaciones (Fuente: Elaboración propia).....	113
Figura 60. Gráfico comparativo de la garantía de suministro de la demanda de Zaragoza para ambos escenarios según diferentes dotaciones (Fuente: Elaboración propia).....	114
Figura 61. Gráfico de garantías de suministro del escenario oficial y el realista para Yesa con recrecimiento y sin recrecimiento (Fuente: Elaboración propia).....	117

Índice de tablas

Tabla 1. Datos de cota, superficie, volumen de Yesa con recremento y sin recremento	21
Tabla 2. Datos de la capacidad útil y total de los diferentes embalses del modelo de simulación.....	33
Tabla 3. Datos del volumen objetivo y mínimo de los diferentes embalses del modelo de simulación	33
Tabla 4. Datos del embalse de Yesa sin recremento utilizados en el modelo de simulación ..	34
Tabla 5. Datos del embalse de Yesa sin recremento utilizados en el modelo de simulación ..	34
Tabla 6. Aportaciones recibidas por el embalse de Yesa desde 1959 a 2005 sin efectos del Cambio Climático	35
Tabla 7. Datos de demandas consuntivas para una dotación de 9.100 m ³ /ha	36
Tabla 8. Datos de la punta mensual de las diferentes tomas utilizadas en el modelo de simulación	36
Tabla 9. Datos de caudales máximos de las diferentes conducciones utilizadas en el modelo de simulación	37
Tabla 10. Datos de demandas no consuntivas utilizadas en el modelo de simulación	37
Tabla 11. Aportaciones con una reducción del 5% debido al Cambio Climático desde 1959 a 2005.....	41
Tabla 12. Aportaciones con una reducción del 10% debido al Cambio Climático desde 1959 a 2005.....	42
Tabla 13. Aportaciones con una reducción del 15% debido al Cambio Climático desde 1959 a 2005.....	43
Tabla 14. Aportaciones con una reducción del 20% debido al Cambio Climático desde 1959 a 2005.....	44
Tabla 15. Aportaciones con una reducción del 5% debido al Cambio Climático desde 1979 a 2005.....	45
Tabla 16. Aportaciones con una reducción del 10% debido al Cambio Climático desde 1979 a 2005.....	45
Tabla 17. Aportaciones con una reducción del 15% debido al Cambio Climático desde 1979 a 2005.....	46
Tabla 18. Aportaciones con una reducción del 20% debido al Cambio Climático desde 1979 a 2005.....	46
Tabla 19. Tasas de evaporación del estudio de regulación del embalse de Yesa.....	47
Tabla 20. Tasas de evaporación del estudio del artículo de López Moreno	48
Tabla 21. Demandas mensuales para la dotación de 9.100 m ³ /ha	49
Tabla 22. Demandas mensuales para la dotación de 7.953 m ³ /ha	50
Tabla 23. Demandas mensuales para la dotación de 7.000 m ³ /ha	50

Tabla 24. Demandas mensuales para la dotación de 6.500 m ³ /ha	50
Tabla 25. Resultados de las aportaciones recibidas por el embalse de Yesa para la serie larga y corta con efectos del Cambio Climático.....	52
Tabla 26. Resultados del volumen de Yesa con recrecimiento para la serie larga sin efectos del Cambio Climático	54
Tabla 27. Resultados del volumen de Yesa con recrecimiento para la serie larga con una reducción del 5% debido a los efectos del Cambio Climático	55
Tabla 28. Resultados del volumen de Yesa con recrecimiento para la serie larga con una reducción del 10% debido a los efectos del Cambio Climático	56
Tabla 29. Resultados del volumen de Yesa con recrecimiento para la serie larga con una reducción del 15% debido a los efectos del Cambio Climático	57
Tabla 30. Resultados del volumen de Yesa con recrecimiento para la serie larga con una reducción del 20% debido a los efectos del Cambio Climático	58
Tabla 31. Resultados del volumen mensual de Yesa con recrecimiento para la serie larga con efectos del Cambio Climático.....	59
Tabla 32. Resultados de garantías de suministro de las distintas demandas con Yesa recrecido para la serie larga y según los efectos del Cambio Climático.....	60
Tabla 33. Resultados del volumen de Yesa con recrecimiento para la serie corta sin efectos del Cambio Climático.....	63
Tabla 34. Resultados del volumen de Yesa con recrecimiento para la serie corta con una reducción del 5% debido a los efectos del Cambio Climático.....	63
Tabla 35. Resultados del volumen de Yesa con recrecimiento para la serie corta con una reducción del 10% debido a los efectos del Cambio Climático.....	64
Tabla 36. Resultados del volumen de Yesa con recrecimiento para la serie corta con una reducción del 15% debido a los efectos del Cambio Climático.....	64
Tabla 37. Resultados del volumen de Yesa con recrecimiento para la serie corta con una reducción del 20% debido a los efectos del Cambio Climático.....	65
Tabla 38. Resultados del volumen mensual de Yesa con recrecimiento para la serie corta con efectos del Cambio Climático.....	66
Tabla 39. Resultados de garantías de suministro de las distintas demandas con Yesa recrecido para la serie corta y según los efectos del Cambio Climático.....	67
Tabla 40. Resultados del volumen de Yesa sin recrecimiento para la serie larga sin efectos del Cambio Climático.....	69
Tabla 41. Resultados del volumen de Yesa sin recrecimiento para la serie larga con una reducción del 5% debido al Cambio Climático.....	70
Tabla 42. Resultados del volumen de Yesa sin recrecimiento para la serie larga con una reducción del 10% debido al Cambio Climático.....	71
Tabla 43. Resultados del volumen de Yesa sin recrecimiento para la serie larga con una reducción del 15% debido al Cambio Climático.....	72
Tabla 44. Resultados del volumen de Yesa sin recrecimiento para la serie larga con una reducción del 20% debido al Cambio Climático.....	73

Tabla 45. Resultados del volumen de Yesa sin recrecimiento para la serie larga con efectos del Cambio Climático.....	74
Tabla 46. Resultados de garantías de suministro de las distintas demandas con Yesa sin recrecer para la serie larga y según los efectos del Cambio Climático.....	75
Tabla 47. Resultados del volumen de Yesa sin recrecimiento para la serie corta sin efectos del Cambio Climático.....	79
Tabla 48. Resultados del volumen de Yesa sin recrecimiento para la serie corta con una reducción del 5% debido al Cambio Climático.....	79
Tabla 49. Resultados del volumen de Yesa sin recrecimiento para la serie corta con una reducción del 10% debido al Cambio Climático.....	80
Tabla 50. Resultados del volumen de Yesa sin recrecimiento para la serie corta con una reducción del 15% debido al Cambio Climático.....	80
Tabla 51. Resultados del volumen de Yesa sin recrecimiento para la serie corta con una reducción del 20% debido al Cambio Climático.....	81
Tabla 52. Resultados del volumen mensual de Yesa sin recrecimiento para la serie corta con efectos del Cambio Climático.....	82
Tabla 53. Resultados de garantías de suministro de las distintas demandas con Yesa sin recrecer para la serie corta y según los efectos del Cambio Climático.....	83
Tabla 54. Resultados de garantías de suministro de las distintas demandas con Yesa recrecido al variar las evaporaciones.....	86
Tabla 55. Resultados de garantías de suministro de las distintas demandas con Yesa sin recrecer al variar las evaporaciones.....	86
Tabla 56. Resultados de garantías de suministro de las distintas demandas con Yesa recrecido al variar las dotaciones.....	88
Tabla 57. Resultados de garantías de suministro de las distintas demandas con Yesa sin recrecer al variar las dotaciones.....	89
Tabla 58. Resultados del volumen de Yesa para ambos escenarios según los efectos del Cambio Climático desde 1959 a 2005.....	92
Tabla 59. Resultados de la garantía de suministro de Bar III para ambos escenarios según los efectos del Cambio Climático desde 1959 a 2005.....	95
Tabla 60. Resultados de la garantía de suministro de Bardenas Tramo IV, Bardenas II Canal, Sora I, C. Pardina, Abajo C. Villas, Arriba C. Villas, A. Navarra para ambos escenarios según los efectos del Cambio Climático desde 1959 a 2005.....	96
Tabla 61. Resultados de la garantía de suministro de Sora II para ambos escenarios según los efectos del Cambio Climático desde 1959 a 2005.....	97
Tabla 62. Resultados de la garantía de suministro de Bar Tramo I,II,III para ambos escenarios según los efectos del Cambio Climático desde 1959 a 2005.....	98
Tabla 63. Resultados de la garantía de suministro de Zaragoza para ambos escenarios según los efectos del Cambio Climático desde 1959 a 2005.....	99
Tabla 64. Resultados del volumen de Yesa para ambos escenarios según los efectos del Cambio Climático desde 1979 a 2005.....	101

Tabla 65. Resultados de la garantía de suministro de Bardenas III, Bardenas Tramo IV, Bardenas II Canal, Sora I, C. Pardina, Abajo C. Villas, Arriba C. Villas, A. Navarra para ambos escenarios según los efectos del Cambio Climático desde 1979 a 2005.....	105
Tabla 66. Resultados de la garantía de suministro de Sora II para ambos escenarios según los efectos del Cambio Climático desde 1979 a 2005.....	106
Tabla 67. Resultados de la garantía de suministro de Bar Tramo I,II,III para ambos escenarios según los efectos del Cambio Climático desde 1979 a 2005.....	107
Tabla 68. Resultados de la garantía de suministro de Zaragoza para ambos escenarios según los efectos del Cambio Climático desde 1979 a 2005.....	108
Tabla 69. Resultados de las garantías de suministro de las demandas para ambos escenarios al variar las evaporaciones.....	109
Tabla 70. Resultados de la garantía de suministro de Bar III para ambos escenarios al variar las dotaciones.....	110
Tabla 71. Resultados de la garantía de suministro de Bar Tramo I,II,III para ambos escenarios al variar las dotaciones.....	111
Tabla 72. Resultados de la garantía de suministro de Bar Trozo IV, Bar II Canal, Sora 1, C. Pardina, Abajo C. Villas, Arriba C. Villas, A. Navarra para ambos escenarios al variar las dotaciones.....	112
Tabla 73. Resultados de la garantía de suministro de Sora II para ambos escenarios al variar las dotaciones.....	113
Tabla 74. Resultados de la garantía de suministro de Zaragoza para ambos escenarios al variar las dotaciones.....	114
Tabla 75. Diferencias existentes entre los escenarios oficial y realista.....	116
Tabla 76. Garantías de suministro para el escenario oficial y realista para Yesa con recrecimiento y sin recrecimiento.....	116

1. Resumen

El aumento del consumo de agua para riego, industria y abastecimiento hacen necesaria la planificación o gestión integrada de los recursos hídricos para tratar de satisfacer estas necesidades sin que se produzca una limitación de dicho recurso.

La zona regable del Canal de Bardenas comprende un amplio territorio cuyas demandas hídricas tienen una finalidad de riego principalmente. Este sistema cuenta con el Canal de las Bardenas, como canal principal para el transporte de agua, con acequias derivadas y con embalses de regulación interna para la gestión del agua, siendo el embalse de Yesa la cabecera de este sistema ya que en él se almacena el agua del río Aragón y se distribuye a través de las demás infraestructuras hasta llegar a sus lugares de consumo. En la actualidad se está llevando a cabo el recrecimiento del embalse de Yesa con el fin de almacenar mayor cantidad de agua para aumentar las garantías de suministro de las distintas demandas.

El objetivo de este estudio consiste en cuantificar la influencia que tienen determinadas variables en el embalse de Yesa (sin recrecer y con recrecimiento) y sobre la regulación de los recursos hídricos del sistema de las Bardenas. Las variables analizadas han sido la disminución de las aportaciones del río Aragón debido al efecto del Cambio Climático y cómo afectan a las garantías de suministro, el efecto que producen distintas evaporaciones sobre las garantías de suministro, y el efecto sobre las garantías de suministro al variar los consumos de agua de las diferentes demandas o la dotación del sistema.

Este análisis se ha realizado mediante el programa Aquatool el cual funciona como un sistema de soporte a la decisión (SSD) para la planificación y gestión de recursos hídricos. Esta aplicación sirve para editar, simular, revisar y analizar los modelos de simulación de gestión de cuencas, así como los modelos de simulación de calidad de aguas. Con los resultados obtenidos mediante este programa se han establecido diferentes grados de utilidad de las actuaciones proyectadas en el sistema de Bardenas en función de los valores que han adoptado las variables analizadas.

Palabras clave: embalse de Yesa, recrecimiento, Cambio Climático, evaporación, dotación, garantías de suministro.

2. Abstract

The increase in water consumption for irrigation, industry and supply makes planning or integrated management of water resources necessary to try to meet these needs without limiting the resource.

The irrigable area of the Bardenas Canal comprises a large territory whose water demands are primarily intended for irrigation. This system has the Canal de las Bardenas, as the main channel for water transport, with derived ditches and internal regulation reservoirs for water management, Yesa reservoir being the head of this system since it is stored there the water of the Aragón river and is distributed through the other infrastructures until it reaches its places of consumption. At present, the growth of the Yesa reservoir is being carried out in order to store more water to increase the supply guarantees of the different demands.

The objective of this study is to quantify the influence that certain variables have on the Yesa reservoir (without regrowth and regrowth) and on the regulation of the water resources of the Bardenas system. The variables analyzed have been the decrease in the contributions of the Aragón River due to the effect of Climate Change and how they affect supply guarantees, the effect produced by different evaporations on supply guarantees, and the effect on supply guarantees when varying the water consumption of the different demands or the endowment of the system.

This analysis was carried out through the Aquatool program, which functions as a decision support system (SSD) for water resources planning and management. This application is used to edit, simulate, review and analyze basin management simulation models, as well as water quality simulation models. With the results obtained through this program, different degrees of utility of the actions projected in the Bardenas system have been established based on the values adopted by the analyzed variables.

Keywords: Yesa reservoir, regrowth, Climate Change, evaporation, endowment, supply guarantees.

3. Introducción

3.1 Gestión de recursos hídricos

Un recurso imprescindible para la vida es el agua, esta no solo representa un factor clave para el desarrollo de la vida, sino que también supone un motor clave para el desarrollo social y económico de las poblaciones (ONU, 2014).

El ciclo hidrológico natural consiste en el movimiento de masas de agua en sus diferentes estados debido principalmente a la energía solar y a la gravedad (ver figura 1). A este ciclo natural hay que añadirle el ciclo hidrológico antrópico en el cual el agua es consumida principalmente para abastecimiento de núcleos urbanos, para riego en agricultura y para procesos industriales. Se puede decir que el ciclo natural representa la oferta de agua mientras que el ciclo antrópico representa la demanda, la cual es cada vez mayor. Para poder satisfacer todas las necesidades ligadas al agua sin que se produzca un agotamiento de ésta es necesario realizar una planificación integrada de los recursos hídricos (Pérez de la Cruz, 2019).

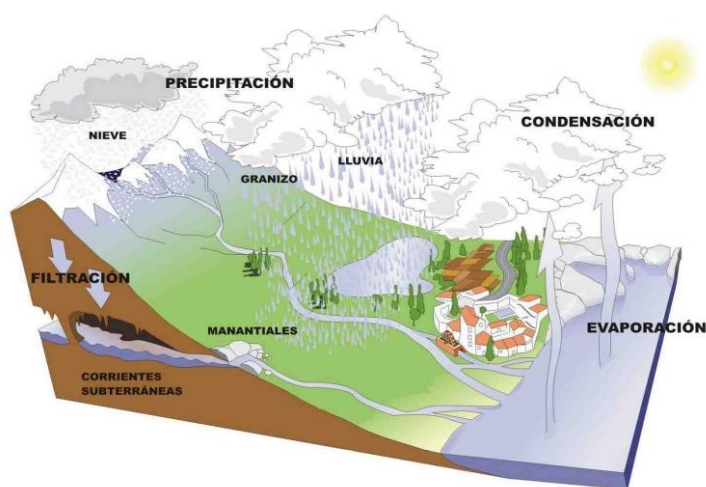


Figura 1. Ciclo hidrológico del agua (Fuente: Pérez de la Cruz, 2019)

La planificación o gestión integrada de los recursos hídricos (GIRH) tiene como objetivo asegurar las necesidades de la población (abastecimiento, salud y alimentación), satisfacer las necesidades industriales y energéticas, prevenir los riesgos hídricos (avenidas, sequías y contaminación) y preservar y mejorar el medio ambiente (De Lama Pedrosa, 2011).

Según la Directiva Marco del Agua (DMA) del 2000 la planificación e implementación de la GIRH tiene varias fases. Estas fases son:

1. Establecer los objetivos que quieren ser alcanzados.
2. Realizar un análisis del estado en el que se encuentran los recursos hídricos.
3. Desarrollar políticas y estrategias hídricas.
4. Establecer un Plan de Implementación de la GIRH.
5. Llevar a cabo las acciones para la implementación.
6. Realizar un plan de vigilancia y control para asegurar que se cumplan los objetivos previstos.

El agua es un recurso variable en el tiempo y cuya disponibilidad se ve condicionada por las zonas climáticas del planeta. Esta disponibilidad se está viendo reducida por diversos factores como el crecimiento demográfico, la expansión de áreas agrícolas e industriales, la contaminación que afecta a la calidad del agua y por el aumento de las temperaturas producidas por el Cambio Climático que altera las precipitaciones y las evaporaciones, por ello resulta imposible satisfacer todas las demandas. Para poder cuantificar el grado de satisfacción de las demandas se habla de garantías de suministro. Estas garantías representan la probabilidad de que las demandas queden satisfechas en un periodo de tiempo determinado. La cuantificación de las garantías se basa en los fallos del sistema, los cuales representan los déficits que se producen en las demandas al quedar insatisfechas (De Lama Pedrosa, 2011).

Según Estrada (1994) hay distintas garantías según la manera de cuantificar los fallos. Así pues, estas garantías pueden ser:

Garantías basadas en la ocurrencia de fallos

La garantía representa la probabilidad de satisfacer una demanda en un periodo de tiempo determinado. Esta estimación se realiza mediante la siguiente ecuación:

$$G = 1 - \frac{M}{N}$$

Siendo:

G: Garantía mensual o anual

M: Número de meses o años en los que se produce el fallo

N: Número de meses o años del periodo de análisis

Garantías basadas en la duración de los fallos

Esta garantía representa el periodo de tiempo respecto al total en la que la demanda se ha satisfecho o dicho de otro modo el periodo de tiempo en el que no ha habido fallo respecto al total. Esta estimación se realiza mediante la siguiente ecuación:

$$Gt = \frac{1}{T} \sum \Delta t$$

Siendo:

Gt: Garantía temporal

T: Periodo total de operación

Δt : Periodos sin fallo

Garantías basadas en la severidad de los fallos

Esta garantía representa la magnitud del fallo. Los más utilizados son el déficit y la garantía volumétrica, la cual describe la fracción de la demanda total satisfecha durante el periodo total. Esta estimación se realiza mediante la siguiente ecuación:

$$Gm = 1 - \frac{\int (D - R) dt}{\int D dt}$$

Siendo:

G_m: Garantía volumétrica

D: Demanda

R: Suministro

(D-R): Déficit

3.2 Sistema regable del Canal de Bardenas

3.2.1 Características generales del sistema del Canal de Bardenas

La zona regable del Canal de Bardenas se sitúa en la depresión del Ebro y comprende amplios territorios de las provincias de Navarra y Zaragoza. El clima que presenta es mediterráneo-continental con temperaturas extremas que fluctúan entre los 40°C en verano y los 5° C bajo cero en invierno. Aparte de las temperaturas hay que destacar las precipitaciones, las cuales son escasas oscilando entre los 100 y 400 mm al año dependiendo de la zona de las Bardenas en la que nos encontremos. El viento es una característica propia de la depresión del Ebro, también llamado cierzo, con velocidades de 20-30 Km/h es el principal elemento que favorece la erosión del suelo (Baile, 2019).

Estas características climatológicas junto con las características edáficas (suelos salinos y secos calcáreos) han condicionado la agricultura de la zona, la cual se ha basado tradicionalmente en cultivo extensivo de cereal (Gobierno de Aragón, 2018).

Dado que la agricultura ha sido y sigue siendo el motor económico de las Bardenas se han llevado a cabo diversos proyectos a lo largo de la historia para gestionar el agua y poder transformar estos cultivos de secano a cultivos de regadío. En la actualidad la superficie puesta en regadío es de 100.820 hectáreas y a los tradicionales cultivos de cereal se han sumado cultivos propios de regadío como maíz, trigo, cebada, alfalfa, pimiento, tomate, guisante y arroz (CGRCB, 2019).

Este sistema de gestión de recursos hídricos con el que se ha llevado el regadío a este territorio de carácter desértico tiene como origen el agua del río Aragón almacenada en el embalse de Yesa a partir del cual se abastecen 24 comunidades de regantes, 42 núcleos urbanos, granjas e industrias, y dos centrales hidroeléctricas. A parte del embalse de Yesa el sistema cuenta con el Canal de Bardenas, como canal principal para el transporte de agua, con acequias derivadas (Navarra, Cinco Villas, Cascajos, Saso y Sora) y con los embalses de regulación interna (embalse de Cola, embalse de Loteta, embalse de Malvecino, y embalse de Lavern) (ver figura 2).

La regulación del agua ha jugado un papel clave en el desarrollo económico, demográfico y social de la zona. Con el fin de preservar y mejorar estos ámbitos se sigue llevando a cabo proyectos hidráulicos como el recrecimiento del embalse de Yesa (CGRCB, 2019).

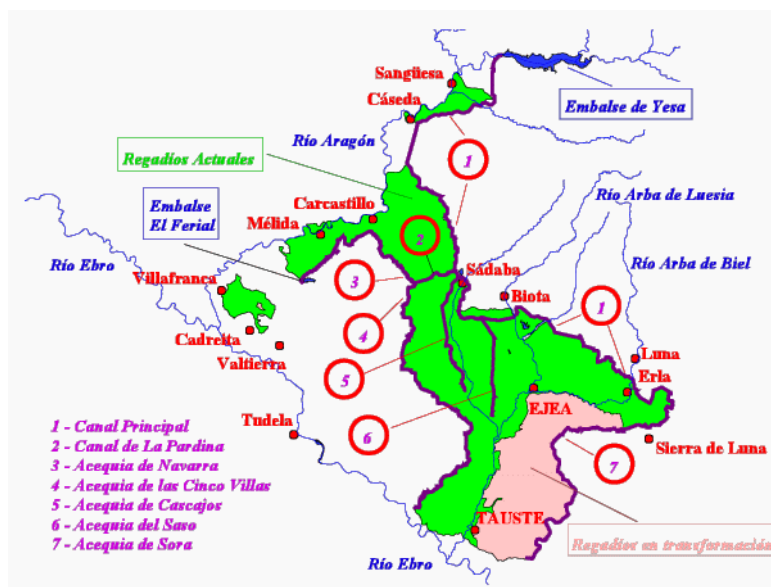


Figura 2. Mapa del sistema de las Bardenas (Fuente: CGRCB, 2019)

3.2.2 Embalse de Yesa como cabecera del sistema del Canal de Bardenas

El embalse de Yesa representa la cabecera del sistema del Canal de Bardenas, se encuentra al noroeste de la provincia de Zaragoza colindante con la provincia de Navarra (ver figura 3). El agua embalsada proviene del río Aragón y desde esta infraestructura se distribuye el agua por todo el sistema del Canal de Bardenas a través de sus acequias y canales principales y a través de sus embalses secundarios para satisfacer las demandas existentes de riego de la zona, así como la demanda urbana de Zaragoza (CGRCB, 2019).



Figura 3. Mapa situación del embalse de Yesa (Fuente: Google Maps, 2019)

La construcción de la presa de Yesa finalizó en 1959 y corresponde a una de tipo gravedad compuesta de hormigón. Las presas de gravedad soportan el empuje y la fuerza del agua gracias a su propio peso y gracias a su morfología (ver figura 4). La base de la presa es ancha y se va estrechando conforme ascendemos a la parte superior lo que permite igualar las fuerzas existentes y evitar el vuelco (Sparrow, 2009).

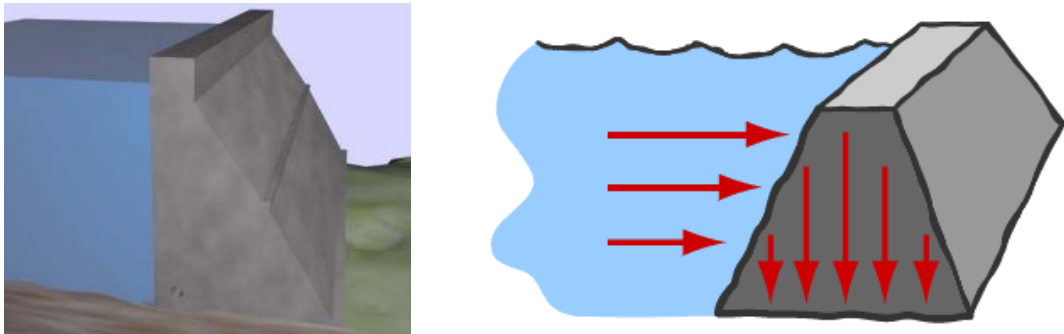


Figura 4. Imagen de una presa de tipo gravedad (Fuente: Sparrow, 2009)

La presa de Yesa cuenta con un talud vertical en la parte de arriba y un escalonado en la parte inferior. Respecto a los sistemas de desagüe cuenta con un aliviadero de superficie, desagües intermedios y desagües de fondo. Las tomas existentes son la toma del Canal de Bardenas y las tomas para la central en el pie de la presa. Actualmente, se encuentra a una cota de 488,61 msnm y el volumen agua embalsada es de 446,863 Hm³ ocupando una superficie de 2.089 ha (ver figura 5). Los principales usos que se le dan a este embalse son de abastecimiento, de riego y para generar energía eléctrica (CGRCB, 2019).



Figura 5. Imágenes del embalse y de la presa de Yesa (Fuente: Elaboración propia, 2019)

Con el fin de aumentar la superficie regable con sus debidas garantías que pueda satisfacer este embalse, se están llevando a cabo unas obras de recrecimiento con las que se pretende aumentar la cota de Yesa de 471,37 msnm a 511 msnm, ocupando una superficie de 3.584,06 ha y embalsando un volumen de agua de 1.079,352 Hm³ (ver figura 6). En la siguiente tabla aparecen las diferencias entre el embalse sin recrecer y con el embalse recrecido (Estudio de regulación del recrecimiento de Yesa).

Tabla 1. Datos de cota, superficie, volumen de Yesa con recrecimiento y sin recrecimiento

	Yesa sin recrecimiento	Yesa con recrecimiento
Cota	488,61 m	511 m
Superficie	2.089 ha	3.584 ha
Volumen	446,863 Hm ³	1.079,352 Hm ³

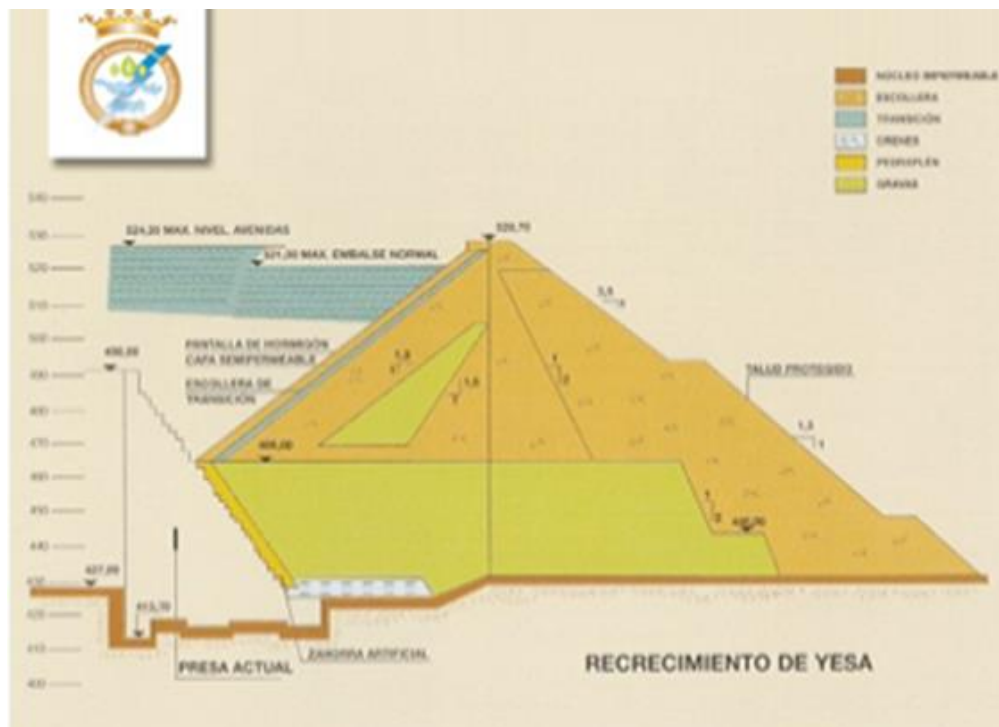


Figura 6. Imagen del recrecimiento de la presa de Yesa (Fuente: CGRCB, 2019)

3.3 Aquatool como sistema de soporte a la decisión (SSD) para la planificación y gestión de cuencas

3.3.1 Qué es y para qué sirve Aquatool

La aplicación Aquatool fue desarrollada por investigadores del Departamento de Ingeniería Hidráulica y Medio Ambiente de la Universidad Politécnica de Valencia (DIHMA), y funciona como un sistema de soporte a la decisión (SSD) para la planificación y gestión de recursos hídricos. Esta interfaz sirve para editar, simular, revisar y analizar los modelos de simulación de gestión de cuencas, así como los modelos de simulación de calidad de aguas. Para ello el programa Aquatool cuenta con varios módulos de simulación como (Solera et al, 2007):

- Módulo SIMGES: modelo general para la Simulación de la Gestión de Recursos Hídricos aplicable a cualquier cuenca. Cuenta con elementos de almacenamiento, elementos de transporte, elementos de consumo y elementos de recarga (ver apartado 3.3.2). Mediante las reglas de operación incluidas en el programa se gestionan los recursos hídricos manteniendo el nivel de llenado de los embalses y los caudales ecológicos, minimizando los déficits de suministro y estableciendo las prioridades de suministro. También tiene en cuenta las pérdidas por evaporación y filtración y como afectan al modelo de simulación.
- Módulo GESCAL: modelo con el que se lleva a cabo la evaluación de la calidad del agua de distintos puntos del río y de los embalses permitiendo su conexión según el flujo de la cuenca y así determinar como un proyecto en un tramo determinado de la cuenca puede afectar a su conjunto.
- Módulo OPTIGES: modelo que permite optimizar la distribución de agua mensual en periodos de uno o más años. No es necesario conocer gran cantidad de datos, sino que con la descripción física del sistema se puede calcular cual es o debería ser la distribución óptima.
- Módulo SIMRISK: modelo que permite evaluar los riesgos existentes en la gestión de los recursos hídricos. Según el volumen inicial de acuíferos y embalses y teniendo en cuenta las posibles aportaciones futuras en escalas anuales de tiempo se puede conocer la situación final del sistema según estadísticos de probabilidad.
- Módulo EVALHID: modelo que compara la precipitación-escorrentía de una cuenca y permite calcular la cantidad de aporte hídrico que generan las mismas a la cuenca.

Para todo este estudio de sensibilidad se ha trabajado con el modelo SIMGES para la simulación de cuencas y gestión de recursos hídricos.

3.3.2 Elementos y cálculos del modelo de simulación SIMGES

A continuación, se presentan los elementos que intervienen en el modelo de simulación de SIMGES, así como los cálculos internos que se realizan en cada uno de ellos (Andreu et al, 2007).

Nudos

Puntos representativos del esquema ya que en ellos confluyen o se dividen los tramos del río, existe un embalse, existe una aportación o retorno, o que sea un punto del que salga una toma para alguna demanda. Pueden considerarse tantos nudos como sea necesario estableciendo el nudo inicial del cual el flujo de agua partirá hasta el nudo final.

Conducciones

Son las conexiones entre nudos por las que discurre el flujo de agua. Existen varios tipos de conducciones:

- Conducción simple o de tipo 1: son aquellas en las que el flujo de agua va desde el nudo inicial hasta el nudo final teniendo en cuenta unos caudales máximos mensuales y unos caudales mínimos mensuales que no pueden ser sobrepasados ya que si no se podría producir errores de ejecución del modelo.
- Conducción con filtraciones o de tipo 2: Similares a las aportaciones de tipo 1 más que en estas se tiene en cuenta las pérdidas por filtración atendiendo a la siguiente ecuación:

$$P = (a + b) Q^c$$

Siendo:

P: Pérdidas

Q: Caudal circulante

a, b y c: Parámetros establecidos por el usuario

- Conducción conectada hidráulicamente con acuífero o de tipo 3: El lecho de esta conducción atraviesa un acuífero dándose intercambios de agua del lecho del río al acuífero y viceversa.
- Conducción limitada hidráulicamente por la diferencia de cotas de agua entre sus extremos o de tipo 4: Similar a la conducción de tipo 1 excepto porque el caudal máximo que puede circular está en función de la diferencia de cotas entre el nudo inicial y el final.

- Conducción hidráulica entre nudos y/o embalses o de tipo 5: el flujo de agua viene dado por la diferencia de cotas pudiendo circular en ambos sentidos. Puede presentarse como una conexión entre dos embalses.

Aportaciones

Se trata de la incorporación de flujos de agua al sistema pudiendo ser aportaciones intermedias (las que se dan en nudos que no son embalses) o aportaciones a embalse (las que se dan en un embalse).

Embalses

Puntos del modelo de simulación en los que se da un almacenamiento de agua donde el volumen final se determina según el balance de masas según la siguiente ecuación:

$$V_f = V_i + A_e + A_a - P_f - E - S_c - S_v$$

Siendo:

V_f : Volumen a final de mes

V_i : Volumen inicial de mes

A_e : Aportación del embalse

A_a : Aportaciones aguas arriba del embalse

P_f : Pérdidas por filtración

E : Pérdidas por evaporación

S_c : Seltas controladas (no superan la capacidad de desagüe)

S_v : Vertidos al superar la capacidad de desagüe

Para el cálculo de las pérdidas por filtración se considera la siguiente ecuación:

$$P_f = a + b V^c$$

Siendo:

P_f : Pérdidas por filtración

V : Volumen instantáneo en Hm^3

a , b y c : Parámetros establecidos por el usuario

Para el cálculo de las pérdidas por evaporación se utiliza la fórmula:

$$E = \left(\frac{S_f + S_i}{2} \right) e \cdot 10^5$$

Siendo:

E : Pérdidas por evaporación

S_f : Superficie en hectáreas de la lámina de agua del volumen final

S_i : Superficie en hectáreas de la lámina de agua del volumen inicial

e : Tasa de evaporación en milímetros

La gestión de los embalses se realiza en función de las zonas de llenado (ver figura 7), así pues, podemos diferenciar cuatro zonas:

- Zona superior: entre el volumen máximo (V_{max}) y el volumen objetivo (V_{obj}).
- Zona intermedia: entre el volumen objetivo y el volumen instantáneo. Es igual a $\frac{1}{2}(V_{obj} + V_{min})$.
- Zona inferior: entre el volumen instantáneo y el volumen mínimo.
- Zona de reserva: entre el volumen mínimo (V_{min}) y el embalse vacío.



Figura 7. Imagen de las zonas de llenado de un embalse (Fuente: Sparrow, 2009)

Si el agua almacenada supera el volumen máximo y los mecanismos de desagüe no tienen capacidad para drenar el agua sobrante es cuando se realizan los vertidos. Por otro lado, las sueltas controladas son las realizadas para garantizar el abastecimiento de las demandas. Si estas superan el valor del caudal máximo de sueltas controladas se producirán déficits al no poder satisfacer dichas demandas.

Cabe destacar el número de prioridad de almacenamiento (N_p), el cual determina que no se desembalsara agua de la zona intermedia hasta que no se haya agotado el agua de la zona superior de un embalse o de entre embalses de una misma zona.

Demandas consuntivas

Son aquellas en las que se consume el agua sin que se produzca un retorno al sistema, en este tipo de demandas se incluyen las zonas de riego y las zonas de abastecimiento urbano e industrial. Para poder definir las hay que establecer valores de demanda mensual de cada zona, es decir, el agua necesaria para satisfacer cada demanda mensual.

Demandas no consuntivas

Son aquellas en las que se utiliza el agua pero sin que se consuma, es decir, son aquellas en las que se produce una reincorporación al sistema. Este tipo de demandas están representadas en su mayoría por centrales hidroeléctricas.

En este caso, la potencia máxima para centrales a pie de presa estará determinada por el caudal máximo definido y la energía producida en un mes se calculará de la siguiente forma:

$$E = H_m \times \mu \times V_t$$

Siendo:

E: Energía producida en un mes

H_m : Salto bruto medio

μ : Coeficiente global de eficiencia (Gwh/ H_m^3)

V_t : Volumen total de agua turbinado en H_m^3

Para calcular el salto bruto medio se utiliza la siguiente ecuación:

$$H_m = \frac{H(V_i - 1) + H(V_i)}{2} - H_c$$

Siendo:

$H(V_i)$: Cota correspondiente al embalse para un volumen V_i en metros

H_c : Cota a descontar para el cálculo de producción hidroeléctrica en metros

Tomas de agua

Corresponde a las distintas procedencias de agua de una demanda, aunque también pueden usarse para establecer prioridades de suministro en caso de que la disponibilidad de recursos hídricos sea insuficiente para satisfacer todas las demandas del sistema.

Para cada toma es necesario establecer dos coeficientes, un coeficiente de retorno (α) y un coeficiente de consumo (β), los cuales definirán la cantidad de agua retornada al sistema o consumida en la demanda según las siguientes ecuaciones:

$$R = \alpha \times S_{sup}$$

Siendo:

R: Agua superficial retornada

S_{sup} : Suministro superficial de la toma

$$X = \beta \times S_{sup}$$

Siendo:

X: Agua consumida

S_{sup} : Suministro superficial de la toma

El agua que se pierde y que no es consumida es por infiltración profunda, y para su cálculo se utiliza la siguiente ecuación:

$$I = (1 - \alpha - \beta) \times S_{sup}$$

Elementos de retorno

Elemento que indica en que tramo del río se producen los retornos superficiales de las tomas.

Acuíferos

Elementos del sistema conectados con los demás elementos mediante procesos de filtración, de infiltración profunda y bombeos.

Para un acuífero se entiende como acción elemental aquellas que se ejercen sobre el mismo y pueden variar de intensidad a lo largo del tiempo. Por ejemplo, el bombeo sería la acción elemental y el caudal bombeado sería su intensidad.

Los parámetros de control son respuestas que puede dar un acuífero para distintos procesos como el volumen de un acuífero y su bombeo. Estos parámetros sirven como criterios para establecer las reglas de operación a la hora de explotar un acuífero.

4. Justificación y objetivos

El objetivo del trabajo consiste en cuantificar la influencia que tienen determinadas variables en el estudio de regulación de un sistema de recursos hídricos.

Se estudiará el efecto tanto de las demandas como de las variaciones en las aportaciones hídricas sobre la garantía de suministro, para establecer diferentes grados de utilidad de las actuaciones proyectadas en función de los valores que adoptan las variables. También se estudiarán diversos escenarios de evaporación en el embalse asociados al previsible aumento de temperaturas asociado al cambio climático.

Para ello, entre otras tareas, se tratarán de alcanzar los siguientes objetivos específicos:

- Se aprenderá a manejar el software Aquatool, de simulación de sistemas de explotación en cuencas hidrográficas.
- Se analizará en detalle el estudio de regulación del recrecimiento del embalse de Yesa (Navarra).

5. Metodología

5.1 Modelo de simulación del programa Aquatool

Para la realización de este estudio se ha trabajado con el programa Aquatool con su modelo de simulación SIMGES (ver figura 8) explicado anteriormente. Tanto el esquema del sistema de Bardenas como los datos requeridos para su simulación se han obtenido del estudio de regulación del proyecto constructivo del recrecimiento del embalse de Yesa, que figura en el anejo nº 6 de la CHE de 2008. A continuación, se muestra detalladamente como es el esquema y los datos utilizados.



Figura 8. Imagen módulo de simulación SIMGES (Fuente Aquatool, 2019)

5.1.1 Esquema del modelo de simulación

El primer paso para realizar la simulación de la gestión de cuencas con este programa es diseñar el esquema de nuestro sistema hídrico (ver figura 10), esto se lleva a cabo introduciendo los diferentes elementos que intervienen a partir de la barra de herramientas de Aquatool (ver figura 9).

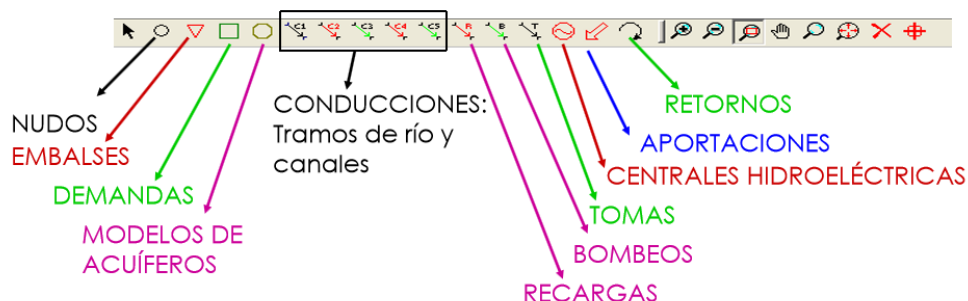


Figura 9. Imagen elementos del esquema de simulación del programa Aquatool (Fuente: Programa Aquatool 2019)

Los elementos considerados han sido:

- 21 nudos
- 5 embalses:
 - Embalse de Yesa
 - Embalse de Laverné
 - Embalse de Loteta
 - Embalse de Cola
 - Embalse de Malvecino
- 1 aportación intermedia
- 11 demandas consuntivas:
 - Demanda Bardenas III (Bar III)
 - Demanda Canal de Bardenas Tramo I,II,III (CB Tramo I,II,III)
 - Demanda Canal de Bardenas Tramo II (Bar II Canal)
 - Demanda Canal de Bardenas Tramo IV (Bar Tramo IV)
 - Demanda Acequia Arriba Cinco Villas (Arriba C.Villas)
 - Demanda Acequia Abajo Cinco Villas (Abajo C.Villas)
 - Demanda Canal de la Pardina (C.Pardina)
 - Demanda Acequia Navarra (A.Navarra)
 - Demanda Acequia Sora 1 (Sora 1)
 - Demanda Acequia Sora 2 (Sora 2)
 - Demanda Zaragoza (Zaragoza)
- 11 tomas (una para cada demanda consuntiva)
- 26 conducciones de tipo 1 y 2 conducciones de tipo 2 (correspondientes a los tramos del río Ebro)
- 2 demandas no consuntivas:
 - Central hidroeléctrica de Bardenas
 - Central hidroeléctrica de la presa de Yesa
- 4 elementos de retorno

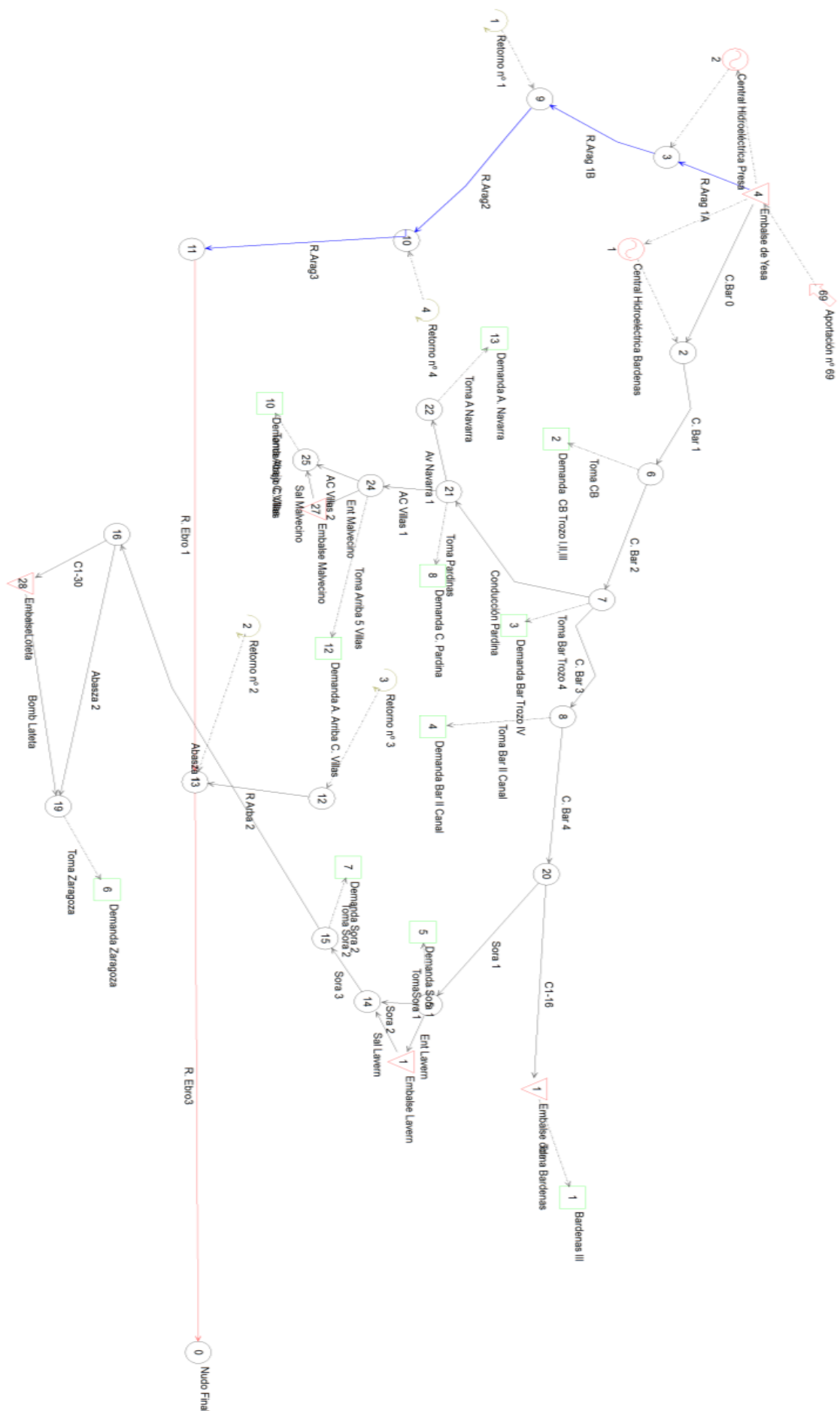


Figura 10. Imagen esquema de simulación del sistema de las Bardenas (Fuente: Elaboración propia, 2019)

5.1.2 Datos requeridos en el modelo de simulación

Una vez diseñado el esquema es necesario introducir los datos correspondientes para realizar la simulación (todos ellos pertenecientes al estudio de regulación del proyecto constructivo del recrecimiento del embalse de Yesa, que figura en el anejo nº 6 de la CHE de 2008). Para este escenario se considera una cota del embalse de Yesa de 511 m, una dotación de las Bardenas de 9.100 m³/ha, una demanda de Zaragoza de 90 Hm³ y un caudal ecológico o medioambiental del río Aragón de 4,5 – 8 m³/s. A parte de estos datos generales son necesarios otros datos específicos para cada elemento individual del esquema. A continuación, se muestran dichos datos:

Infraestructuras de regulación o embalses

Los datos requeridos han sido las capacidades útiles y totales de cada embalse, así como los volúmenes objetivo y mínimos, si el embalse se encuentra con un volumen inferior al mínimo no se realizará las sueltas controladas afectando a las garantías de suministro de cada demanda.

Tabla 2. Datos de la capacidad útil y total de los diferentes embalses del modelo de simulación

Embalse	Capacidad total (Hm ³)	Capacidad útil (Hm ³)
Yesa	1079	1039
Laverné	40	39,5
Loteta	105	97
Cola	40	40
Malvecino	16	15,5

Tabla 3. Datos del volumen objetivo y mínimo de los diferentes embalses del modelo de simulación

Embalse	Volumenes (Hm ³)	Meses											
		oct	nov	dic	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sep
Yesa	V.Objetivo	300	500	700	900	1000	1000	1050	1050	1050	900	600	400
	V.Mínimo	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
Laverné	V.Objetivo	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35
	V.Mínimo	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Cola	V.Objetivo	10	20	30	30	30	30	30	38	38	25	5	5
	V.Mínimo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Malvecino	V.Objetivo	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15
	V.Mínimo	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Loteta	V.Objetivo	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50
	V.Mínimo	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8

Cabe destacar que para los posteriores análisis de las distintas variables que pueden afectar a las garantías de suministro de cada demanda se han variado los datos únicamente del embalse de Yesa ya que se ha estudiado los dos escenarios de este embalse, Yesa sin recrecimiento y Yesa con recrecimiento. Por ello es necesario introducir diferentes valores de cota, superficie, volúmenes y el caudal máximo de sueltas contralas.

Tabla 4. Datos del embalse de Yesa con recrecimiento utilizados en el modelo de simulación

	Yesa sin recrecimiento									
Cotas (m)	448,4	451	453	458	463	468	473	478	483	488
Superficie (ha)	281,13	448,44	482,68	608,94	789,87	995,41	1199,7	1421,92	1737,14	2089
Volumen (Hm3)	17,677	26,276	34,338	60,496	95,657	140,234	194,776	260,343	338,927	446,863
Volumen objetivo (Hm3)	488									
Volumen mínimo (Hm3)	40									
Volumen inicial (Hm3)	300									
Ccaudal máx sueltas controladas (Hm3/mes)	324									

Tabla 5. Datos del embalse de Yesa sin recrecimiento utilizados en el modelo de simulación

	Yesa con recrecimiento									
Cotas (m)	448,4	453,35	463	470	480	485	490	500	505	511
Superficie (ha)	345,96	462,8	789,87	1079,19	1527,47	1882,55	2173,09	2829,41	3166,04	3584,06
Volumen (Hm3)	22,734	36,000	95,657	160,812	290,061	374,707	476,324	726,816	875,564	1079,35
Volumen inicial (Hm3)	700									
Ccaudal máx sueltas controladas (Hm3/mes)	500									

Aportaciones

Las aportaciones del sistema y concretamente las recibidas por el embalse de Yesa estas definidas mensualmente en un rango de 46 años, de 1959 a 2005. A esta serie se le ha denominado serie larga.

Tabla 6. Aportaciones recibidas por el embalse de Yesa desde 1959 a 2005 sin efectos del Cambio Climático

Año	Octubre	Noviembre	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre
1959-1960	112,04	209,07	355,76	218,5	253,41	244,17	142	231,13	171,05	42,11	30,85	49,1
1960-1961	380,98	310,6	190,93	283,25	261,49	123,09	172,32	167,69	133,63	32,82	22,06	45,68
1961-1962	108,47	284,55	155,42	221,23	110,85	323,65	247,4	142,6	91,09	34,7	11,46	16,25
1962-1963	31,04	93,23	164	247,66	102,92	223,2	273,35	151,58	147,33	91,68	162,22	56,31
1963-1964	47,53	234,96	183,29	37,4	146,78	201,9	260,56	151,04	85,33	37,92	25,36	28,96
1964-1965	117,6	91,23	109,93	197,41	83,28	258,2	138,52	132,14	81,49	36,39	24,59	146,48
1965-1966	136,63	263,39	323,63	241,48	284,33	125,49	238,5	243,44	151,47	68,8	36,13	24,83
1966-1967	205,35	370,69	207,17	89,91	83,57	194,17	134,54	154,31	106,37	58,77	31,12	18,07
1967-1968	43,26	233,18	120,71	163,01	137,11	102,88	199,71	219,21	113,08	59,8	49,82	63,74
1968-1969	32,56	119,38	152,57	136,03	90,45	328,5	308,96	276,54	166,27	93,56	41,49	91,67
1969-1970	48,65	57,4	168,5	309,43	148,02	114,2	127,86	198,15	180,19	71,08	39,3	23,97
1970-1971	50,1	102,53	42,06	95,12	163,2	101,38	303,05	376,87	209,85	109,03	52,03	54,37
1971-1972	46,58	33,07	70,31	94,97	293,98	159,47	186,68	213,31	170,9	86,14	53,91	60,83
1972-1973	52,17	104,93	139,31	144,36	97,89	85,37	126,19	210,47	147,77	64,41	45,93	32,74
1973-1974	38,45	78,61	68,36	118,58	129,41	220,94	146,24	163,7	154,22	72,78	38,15	58,79
1974-1975	86,79	224,19	70,87	123,52	101,86	143,66	251,3	225,81	152,41	71,88	51,77	74,21
1975-1976	52,15	80,71	93,67	43,4	123,42	107,47	131,59	156,26	80,73	62,29	48,67	69,83
1976-1977	182,1	181,9	216,91	176,58	216,08	106,02	130,92	185,84	235,51	121,12	94,66	44,54
1977-1978	159,05	66,75	137,24	113,39	440,01	234,01	186,49	277,87	191,33	99,07	56,54	35,64
1978-1979	26,85	10,62	100,4	348,42	475,56	162,11	204,2	315,11	306,25	86,73	44,72	46,45
1979-1980	110,65	85,69	68,69	92,44	97,71	162,92	113,79	181,61	134,03	41,19	13,5	15,21
1980-1981	152,71	103,56	126,68	168,41	65,14	167,37	136,28	160,97	86,04	37,49	24,36	33,31
1981-1982	51,82	24,26	396,29	167,12	126,84	138,56	101,27	104,95	90,45	33,59	27,69	24,3
1982-1983	169,55	213,11	316,09	87,17	136,19	118,93	190,16	172,44	107,44	45,56	27,85	19,14
1983-1984	5,16	45,05	94,93	118,61	122,82	94,84	167,75	186,04	211,45	63,58	22,39	26,86
1984-1985	87,48	322,31	103,39	160,22	193,52	99,17	178,72	163,45	111,91	39,74	10,95	7,94
1985-1986	8,18	56,88	43,69	105,43	159,22	140,44	178,08	277,56	91,76	29,77	8,36	25,22
1986-1987	32,23	104,57	69,68	82,55	106,99	73,17	254,4	61,11	40,17	55,88	17,64	10,2
1987-1988	213,35	58,86	105,9	224,93	240,2	119,55	266,48	156,52	168,66	99,17	24,92	20,13
1988-1989	30,24	18,91	24,67	16,76	26,5	91,48	163,22	124,45	45,03	18,8	27,12	14,79
1989-1990	16,72	79,01	79,87	35,46	100,77	38,16	89,39	125,14	64,04	26,64	17,31	18,53
1990-1991	91,27	98,12	105,85	98,51	44,99	130,5	107,64	125,79	67,16	18,99	7,24	28,64
1991-1992	70,7	168,68	52,7	20,69	19,41	28,02	186,75	85,19	80,78	40,26	58,04	29,2
1992-1993	299,29	148,34	254,01	46,2	18,53	26,87	86,41	148,65	66,85	24,81	17,07	62,22
1993-1994	184,62	76,43	129,74	229,83	127,32	115,07	141,26	186,13	53,92	24,32	14,75	30,19
1994-1995	90,66	172,29	93,51	169,38	131,01	162,69	72,66	103,83	39,66	25,26	13,02	18,18
1995-1996	12,76	71,35	246,38	247,51	168,24	113,48	103,43	147,93	74,31	47,13	29,88	39,04
1996-1997	37,96	153,51	340,33	240,15	86,41	65,19	58,43	115,17	85,1	117,17	61,15	36,13
1997-1998	20,51	138,39	283,68	145,63	51,61	77,93	208,29	144,95	94,66	42,1	30,72	57,67
1998-1999	66,62	52,83	66,24	80,54	54,94	114,22	147,75	230,79	40,9	31,77	25,57	78,56
1999-2000	112,72	71,47	101,11	36,17	59,48	34,39	234,55	199,19	104,85	23,2	11,7	12,05
2000-2001	105,39	271,21	190,03	292,54	113,46	372,32	153,05	167,51	68,64	37,67	15,83	12,37
2001-2002	66,57	32,23	23,25	27,16	64,6	116,93	98,8	82,76	64,13	18,71	23,82	24,07
2002-2003	58,65	151,15	242,32	185,2	227,97	216,3	127,24	103,19	49,81	11,97	10,35	69,69
2003-2004	156,23	209,36	138,54	207,83	68,95	169,65	172,14	165,42	72,07	27,67	19,95	20,96
2004-2005	57,81	45,4	51,31	57,63	29,82	75,13	133,91	97,94	24,09	7,97	5,93	7,82

Estas aportaciones van a condicionar el volumen del embalse y finalmente a las garantías de suministro por lo que se ha trabajado con ellas para ver el efecto producido por el Cambio Climático sobre el volumen de Yesa y sobre las garantías al reducirse las aportaciones debido a dicho fenómeno. Del mismo modo se ha trabajado con la serie temporal de 1979 a 2005, es decir, la mitad de los años que la serie larga para tener unos resultados más actuales. A esta serie se le ha denominado serie corta.

Demandas consuntivas

Las demandas consideradas para ambos escenarios (Yesa con recrecimiento y Yesa sin recrecimiento) se han establecido para una dotación de 9.100 m³/ha.

Con estas demandas se obtendrán las garantías de suministro iniciales a partir de las cuales se verá su evolución al alterarse diversos factores del sistema. Estas demandas son:

Tabla 7. Datos de demandas consuntivas para una dotación de 9.100 m³/ha

mes	Dotación de 9.100 m ³ /ha										
	demandas										
	Bar Tramo I,II,III	Bar Tramo IV	Canal Pardina	A. Navarra	Arriba C.Villas	Abajo C.Villas	Bar II Canal	Sora I	Sora II	Bar III	Zaragoza
octubre	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7,5
noviembre	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7,5
diciembre	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7,5
enero	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7,5
febrero	4,731	9,76	0,643	3,76	1,44	4,82	3,53	3,82	5,19	4,15	7,5
marzo	3,705	7,644	0,504	2,941	1,131	3,777	2,763	2,99	4,063	3,25	7,5
abril	5,472	11,29	0,744	4,344	1,67	5,578	4,08	4,416	6	4,8	7,5
mayo	14,068	29,024	1,913	11,168	4,294	14,339	10,489	11,353	15,425	12,34	7,5
junio	15,88	32,763	2,159	12,607	4,848	16,187	11,841	12,816	17,413	13,93	7,5
julio	23,188	47,84	3,153	18,408	7,078	23,635	17,289	18,713	25,425	20,34	7,5
agosto	23,188	47,84	3,153	18,408	7,078	23,635	17,289	18,713	25,425	20,34	7,5
septiembre	13,509	27,871	1,873	10,724	4,124	13,77	10,073	10,902	14,813	11,85	7,5
Total	103,741	214,032	14,142	82,36	31,663	105,741	77,354	83,723	113,754	91	90

Tomas

Cada demanda requiere de una toma para su suministro de agua, los datos requeridos en las tomas para realizar la simulación son la punta mensual de agua, el coeficiente de consumo y el de retorno. Para todas las demandas o tomas el coeficiente de consumo es de 0,8 y el coeficiente de retorno es de 0,2. En la siguiente tabla se muestran las puntas mensuales para cada toma.

Tabla 8. Datos de la punta mensual de las diferentes tomas utilizadas en el modelo de simulación

Toma	Punta mensual (Hm ³)
A. Navarra	20
Abajo C.Villas	100
Arriba C.Villas	100
Bar II Canal	100
Bar Tramo IV	50
Bar III	25
Bar Tramo I,II,III	100
C.Pardina	10
Sora II	100
Sora I	100
Zaragoza	10,83

Conducciones

Los datos requeridos para las conducciones son sus capacidades de transporte o sus caudales máximos. Estos son los siguientes:

Tabla 9. Datos de caudales máximos de las diferentes conducciones utilizadas en el modelo de simulación

Conducción	Caudal máximo (m³/s)
C.Bardenas Tramo 1	64
C.Bardenas Tramo 2	64
C.Bardenas Tramo 3-4	50
C.Bardenas Tramo 5-6	41
C.Pardina	23
A. Cinco Villas	14
A.Navarra	8
A.Saso	6
A.Cascajos	7
A.Sora Tramo 1	25
A.Sora Tramo 2	20
A.Sora Tramo 3	18
Conducción Sora-Loteta	11

Centrales hidroeléctricas

Estos elementos no influyen en el modelo de simulación y se limiten únicamente a la producción de energía eléctrica.

Tabla 10. Datos de demandas no consuntivas utilizadas en el modelo de simulación

C.Hidroeléctrica	Q_{obj} (Hm³/s)	Q_{máx} (Hm³/s)	Cota base central (m)	Cota mín turbinado (m)	Coef energía (Gwh/Hm³ m)
CH Bardenas	182	185	453	465	20
CH Presa	50	105	415	455	20

Prioridades

Las prioridades requeridas para el modelo de simulación han sido:

- 1- Caudales ecológicos
- 2- Abastecimientos a núcleos urbanos
- 3- Abastecimientos para riego

5.2 Diseño del análisis de sensibilidad de los factores que afectan al sistema regable de las Bardenas

5.2.1 Análisis de las garantías de suministro según la reducción de las aportaciones debido al Cambio Climático

A partir de las aportaciones iniciales recibidas por el embalse de Yesa se han calculado unas nuevas según las reducciones producidas por el Cambio Climático.

En efecto, un elemento importante que no se ha tenido en cuenta en el estudio de aportaciones es el efecto del cambio climático sobre ellas, algo que es preceptivo de acuerdo con la Instrucción de Planificación Hidrológica (Orden ARM/2656/2008). En este tipo de estudios, resulta tan habitual como incorrecto considerar que las precipitaciones de los años venideros se comportarán de acuerdo con los patrones que marcan los registros históricos disponibles. Es decir, se considera que la climatología del pasado se mantendrá en el futuro, lo cual es falso. El cambio climático es un hecho reconocido oficialmente, y las previsiones oficiales sobre la zona que se estudia establecen una disminución de las precipitaciones, tal como se detallará a continuación.

Ayala-Carcedo e Iglesias (1996) predecían una reducción en el territorio español del 20% en las aportaciones hídricas naturales para el año 2060. Cabezas (2004) calcula por su parte una reducción del 6% en las aportaciones naturales para la década 2050-2060.

En el Libro Blanco del Agua (MIMAM, 2000) se analizaron diversos escenarios para estimar el efecto del cambio climático sobre los recursos hídricos. Para la cuenca del Ebro, la reducción de las aportaciones naturales se estimó entre un 5% y un 15% para el año 2030.

La Oficina Española de Cambio Climático (OECC), elaboró un trabajo recopilatorio sobre la cuestión (MIMAM, 2005). En sus conclusiones, estima entre un 5% y un 14% la disminución en los recursos hídricos para el año 2030, y en un 17% la disminución para final de siglo.

En la cuenca del Ebro, la Oficina de Planificación Hidrológica de la Confederación Hidrográfica del Ebro ha realizado sus propios modelos de predicción específicos, examinando el efecto del cambio climático sobre los caudales futuros de un conjunto de ríos del valle del Ebro (CHE, 2005). Para el río Aragón, donde se ubica el embalse de Yesa, la previsión es una reducción del 10-15% en sus caudales.

Muchos de estos estudios se encuentran recogidos en un informe de referencia (CEDEX, 2012) que realizó el Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas bajo encomienda de la Dirección General del Agua del Ministerio de Agricultura.

En sus conclusiones, el informe pronostica “una reducción generalizada de recursos hídricos en España, más acentuada conforme avanza el siglo XXI”, estimando en un 5% la reducción de caudales en la cuenca del Ebro hasta el año 2040.

El efecto del cambio climático sobre los recursos hídricos es un importante motivo de preocupación en la planificación hidrológica. Por ello, el Reglamento de Planificación Hidrológica (RD 907/2007) y la Instrucción de Planificación Hidrológica (Orden ARM/2656/2008) obligan a tener en cuenta el cambio climático en la estimación futura de los recursos hídricos disponibles, y establece unos valores de referencia de reducción de aportaciones naturales para el año 2027, que en la cuenca del Ebro son del 5%.

La figura 11 resume gráficamente todas las proyecciones de reducción de recursos hídricos que se han descrito. Se han coloreado de color rojo las previsiones referidas a un ámbito local, en amarillo las previsiones realizadas para la cuenca del Ebro en su conjunto, y en azul las previsiones genéricas para el territorio peninsular.

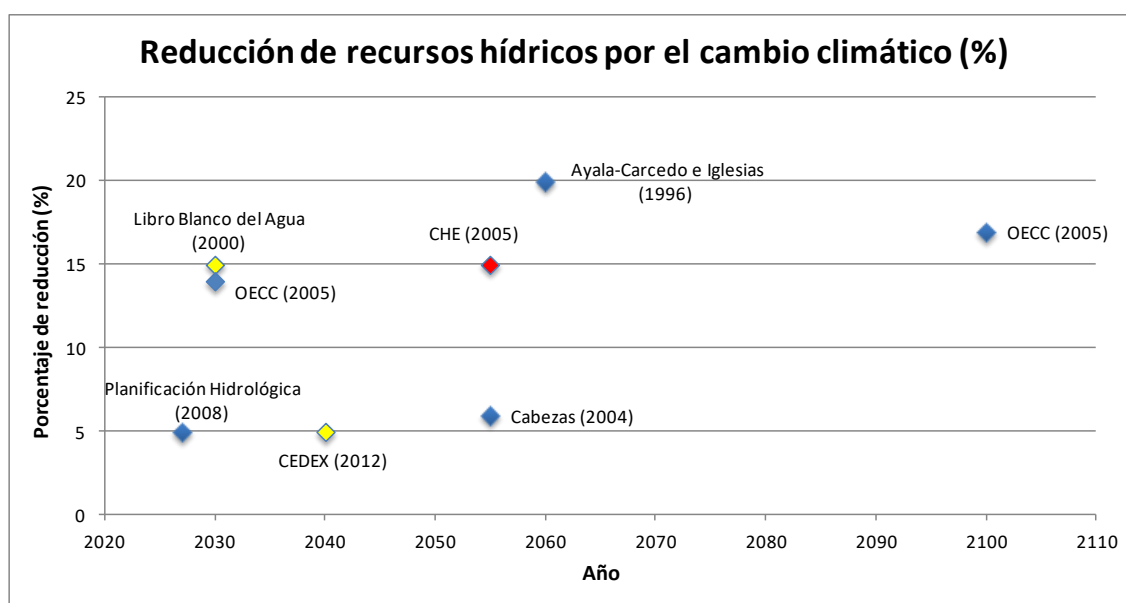


Figura 11. Gráfico de reducción futura de recursos hídricos por el cambio climático en la zona de estudio (Fuente: Elaboración propia).

La conclusión que se extrae es que todas las predicciones establecen una reducción de recursos hídricos en el futuro, además con una tendencia hacia una mayor escasez de tales recursos conforme avanza el siglo XXI. Tal circunstancia no ha sido tenida en cuenta en el proyecto que se analiza.

Las reducciones en las aportaciones hídricas consideradas para analizar el efecto que podría tener el cambio climático han sido del 5, 10, 15 y 20%, en virtud de la información recopilada y expuesta en los párrafos anteriores.

Estas nuevas aportaciones calculadas se han introducido en el programa Aquatool y con ellas se han obtenido los diferentes volúmenes del embalse para cada porcentaje de reducción. La simulación se ha realizado para los dos escenarios, Yesa sin recrecimiento y Yesa con recrecimiento, así como para las dos series temporales, serie larga (1959-2005) y serie corta (1979-2005). A continuación, se muestran las nuevas aportaciones según la reducción considerada.

Serie larga

- Con una reducción del 5 % debido al Cambio Climático

Tabla 11. Aportaciones con una reducción del 5% debido al Cambio Climático desde 1959 a 2005

Año	Octubre	Noviembre	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre
1959-1960	106,44	198,62	337,97	207,58	240,74	231,96	134,9	219,57	162,5	40	29,31	46,65
1960-1961	361,93	295,07	181,38	269,09	248,42	116,94	163,7	159,31	126,95	31,18	20,96	43,4
1961-1962	103,05	270,32	147,65	210,17	105,31	307,47	235,03	135,47	86,54	32,97	10,89	15,44
1962-1963	29,49	88,57	155,8	235,28	97,77	212,04	259,68	144	139,96	87,1	154,11	53,49
1963-1964	45,15	223,21	174,13	35,53	139,44	191,81	247,53	143,49	81,06	36,02	24,09	27,51
1964-1965	111,72	86,67	104,43	187,54	79,12	245,29	131,59	125,53	77,42	34,57	23,36	139,16
1965-1966	129,8	250,22	307,45	229,41	270,11	119,22	226,58	231,27	143,9	65,36	34,32	23,59
1966-1967	195,08	352,16	196,81	85,41	79,39	184,46	127,81	146,59	101,05	55,83	29,56	17,17
1967-1968	41,1	221,52	114,67	154,86	130,25	97,74	189,72	208,25	107,43	56,81	47,33	60,55
1968-1969	30,93	113,41	144,94	129,23	85,93	312,08	293,51	262,71	157,96	88,88	39,42	87,09
1969-1970	46,22	54,53	160,08	293,96	140,62	108,49	121,47	188,24	171,18	67,53	37,34	22,77
1970-1971	47,6	97,4	39,96	90,36	155,04	96,31	287,9	358,03	199,36	103,58	49,43	51,65
1971-1972	44,25	31,42	66,79	90,22	279,28	151,5	177,35	202,64	162,36	81,83	51,21	57,79
1972-1973	49,56	99,68	132,34	137,14	93	81,1	119,88	199,95	140,38	61,19	43,63	31,1
1973-1974	36,53	74,68	64,94	112,65	122,94	209,89	138,93	155,52	146,51	69,14	36,24	55,85
1974-1975	82,45	212,98	67,33	117,34	96,77	136,48	238,74	214,52	144,79	68,29	49,18	70,5
1975-1976	49,54	76,67	88,99	41,23	117,25	102,1	125,01	148,45	76,69	59,18	46,24	66,34
1976-1977	173	172,81	206,06	167,75	205,28	100,72	124,37	176,55	223,73	115,06	89,93	42,31
1977-1978	151,1	63,41	130,38	107,72	418,01	222,31	177,17	263,98	181,76	94,12	53,71	33,86
1978-1979	25,51	10,09	95,38	331	451,78	154	193,99	299,35	290,94	82,39	42,48	44,13
1979-1980	105,12	81,41	65,26	87,82	92,82	154,77	108,1	172,53	127,33	39,13	12,83	14,45
1980-1981	145,07	98,38	120,35	159,99	61,88	159	129,47	152,92	81,74	35,62	23,14	31,64
1981-1982	49,23	23,05	376,48	158,76	120,5	131,63	96,21	99,7	85,93	31,91	26,31	23,09
1982-1983	161,07	202,45	300,29	82,81	129,38	112,98	180,65	163,82	102,07	43,28	26,46	18,18
1983-1984	4,9	42,8	90,18	112,68	116,68	90,1	159,36	176,74	200,88	60,4	21,27	25,52
1984-1985	83,11	306,19	98,22	152,21	183,84	94,21	169,78	155,28	106,31	37,75	10,4	7,54
1985-1986	7,77	54,04	41,51	100,16	151,26	133,42	169,18	263,68	87,17	28,28	7,94	23,96
1986-1987	30,62	99,34	66,2	78,42	101,64	69,51	241,68	58,05	38,16	53,09	16,76	9,69
1987-1988	202,68	55,92	100,61	213,68	228,19	113,57	253,16	148,69	160,23	94,21	23,67	19,12
1988-1989	28,73	17,96	23,44	15,92	25,18	86,91	155,06	118,23	42,78	17,86	25,76	14,05
1989-1990	15,88	75,06	75,88	33,69	95,73	36,25	84,92	118,88	60,84	25,31	16,44	17,6
1990-1991	86,71	93,21	100,56	93,58	42,74	123,98	102,26	119,5	63,8	18,04	6,88	27,21
1991-1992	67,17	160,25	50,07	19,66	18,44	26,62	177,41	80,93	76,74	38,25	55,14	27,74
1992-1993	284,33	140,92	241,31	43,89	17,6	25,53	82,09	141,22	63,51	23,57	16,22	59,11
1993-1994	175,39	72,61	123,25	218,34	120,95	109,32	134,2	176,82	51,22	23,1	14,01	28,68
1994-1995	86,13	163,68	88,83	160,91	124,46	154,56	69,03	98,64	37,68	24	12,37	17,27
1995-1996	12,12	67,78	234,06	235,13	159,83	107,81	98,26	140,53	70,59	44,77	28,39	37,09
1996-1997	36,06	145,83	323,31	228,14	82,09	61,93	55,51	109,41	80,85	111,31	58,09	34,32
1997-1998	19,48	131,47	269,5	138,35	49,03	74,03	197,88	137,7	89,93	40	29,18	54,79
1998-1999	63,29	50,19	62,93	76,51	52,19	108,51	140,36	219,25	38,86	30,18	24,29	74,63
1999-2000	107,08	67,9	96,05	34,36	56,51	32,67	222,82	189,23	99,61	22,04	11,12	11,45
2000-2001	100,12	257,65	180,53	277,91	107,79	353,7	145,4	159,13	65,21	35,79	15,04	11,75
2001-2002	63,24	30,62	22,09	25,8	61,37	111,08	93,86	78,62	60,92	17,77	22,63	22,87
2002-2003	55,72	143,59	230,2	175,94	216,57	205,49	120,88	98,03	47,32	11,37	9,83	66,21
2003-2004	148,42	198,89	131,61	197,44	65,5	161,17	163,53	157,15	68,47	26,29	18,95	19,91
2004-2005	54,92	43,13	48,74	54,75	28,33	71,37	127,21	93,04	22,89	7,57	5,63	7,43

- Con una reducción del 10% debido al Cambio Climático

Tabla 12. Aportaciones con una reducción del 10% debido al Cambio Climático desde 1959 a 2005

Año	Octubre	Noviembre	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre
1959-1960	100,84	188,16	320,18	196,65	228,07	219,75	127,8	208,02	153,95	37,9	27,77	44,19
1960-1961	342,88	279,54	171,84	254,93	235,34	110,78	155,09	150,92	120,27	29,54	19,85	41,11
1961-1962	97,62	256,1	139,88	199,11	99,77	291,29	222,66	128,34	81,98	31,23	10,31	14,63
1962-1963	27,94	83,91	147,6	222,89	92,63	200,88	246,02	136,42	132,6	82,51	146	50,68
1963-1964	42,78	211,46	164,96	33,66	132,1	181,71	234,5	135,94	76,8	34,13	22,82	26,06
1964-1965	105,84	82,11	98,94	177,67	74,95	232,38	124,67	118,93	73,34	32,75	22,13	131,83
1965-1966	122,97	237,05	291,27	217,33	255,9	112,94	214,65	219,1	136,32	61,92	32,52	22,35
1966-1967	184,82	333,62	186,45	80,92	75,21	174,75	121,09	138,88	95,73	52,89	28,01	16,26
1967-1968	38,93	209,86	108,64	146,71	123,4	92,59	179,74	197,29	101,77	53,82	44,84	57,37
1968-1969	29,3	107,44	137,31	122,43	81,41	295,65	278,06	248,89	149,64	84,2	37,34	82,5
1969-1970	43,79	51,66	151,65	278,49	133,22	102,78	115,07	178,34	162,17	63,97	35,37	21,57
1970-1971	45,09	92,28	37,85	85,61	146,88	91,24	272,75	339,18	188,87	98,13	46,83	48,93
1971-1972	41,92	29,76	63,28	85,47	264,58	143,52	168,01	191,98	153,81	77,53	48,52	54,75
1972-1973	46,95	94,44	125,38	129,92	88,1	76,83	113,57	189,42	132,99	57,97	41,34	29,47
1973-1974	34,61	70,75	61,52	106,72	116,47	198,85	131,62	147,33	138,8	65,5	34,34	52,91
1974-1975	78,11	201,77	63,78	111,17	91,67	129,29	226,17	203,23	137,17	64,69	46,59	66,79
1975-1976	46,94	72,64	84,3	39,06	111,08	96,72	118,43	140,63	72,66	56,06	43,8	62,85
1976-1977	163,89	163,71	195,22	158,92	194,47	95,42	117,83	167,26	211,96	109,01	85,19	40,09
1977-1978	143,15	60,08	123,52	102,05	396,01	210,61	167,84	250,08	172,2	89,16	50,89	32,08
1978-1979	24,17	9,56	90,36	313,58	428	145,9	183,78	283,6	275,63	78,06	40,25	41,81
1979-1980	99,59	77,12	61,82	83,2	87,94	146,63	102,41	163,45	120,63	37,07	12,15	13,69
1980-1981	137,44	93,2	114,01	151,57	58,63	150,63	122,65	144,87	77,44	33,74	21,92	29,98
1981-1982	46,64	21,83	356,66	150,41	114,16	124,7	91,14	94,46	81,41	30,23	24,92	21,87
1982-1983	152,6	191,8	284,48	78,45	122,57	107,04	171,14	155,2	96,7	41	25,07	17,23
1983-1984	4,64	40,55	85,44	106,75	110,54	85,36	150,98	167,44	190,31	57,22	20,15	24,17
1984-1985	78,73	290,08	93,05	144,2	174,17	89,25	160,85	147,11	100,72	35,77	9,86	7,15
1985-1986	7,36	51,19	39,32	94,89	143,3	126,4	160,27	249,8	82,58	26,79	7,52	22,7
1986-1987	29,01	94,11	62,71	74,3	96,29	65,85	228,96	55	36,15	50,29	15,88	9,18
1987-1988	192,02	52,97	95,31	202,44	216,18	107,6	239,83	140,87	151,79	89,25	22,43	18,12
1988-1989	27,22	17,02	22,2	15,08	23,85	82,33	146,9	112,01	40,53	16,92	24,41	13,31
1989-1990	15,05	71,11	71,88	31,91	90,69	34,34	80,45	112,63	57,64	23,98	15,58	16,68
1990-1991	82,14	88,31	95,27	88,66	40,49	117,45	96,88	113,21	60,44	17,09	6,52	25,78
1991-1992	63,63	151,81	47,43	18,62	17,47	25,22	168,08	76,67	72,7	36,23	52,24	26,28
1992-1993	269,36	133,51	228,61	41,58	16,68	24,18	77,77	133,79	60,17	22,33	15,36	56
1993-1994	166,16	68,79	116,77	206,85	114,59	103,56	127,13	167,52	48,53	21,89	13,28	27,17
1994-1995	81,59	155,06	84,16	152,44	117,91	146,42	65,39	93,45	35,69	22,73	11,72	16,36
1995-1996	11,48	64,22	221,74	222,76	151,42	102,13	93,09	133,14	66,88	42,42	26,89	35,14
1996-1997	34,16	138,16	306,3	216,14	77,77	58,67	52,59	103,65	76,59	105,45	55,04	32,52
1997-1998	18,46	124,55	255,31	131,07	46,45	70,14	187,46	130,46	85,19	37,89	27,65	51,9
1998-1999	59,96	47,55	59,62	72,49	49,45	102,8	132,98	207,71	36,81	28,59	23,01	70,7
1999-2000	101,45	64,32	91	32,55	53,53	30,95	211,1	179,27	94,37	20,88	10,53	10,85
2000-2001	94,85	244,09	171,03	263,29	102,11	335,09	137,75	150,76	61,78	33,9	14,25	11,13
2001-2002	59,91	29,01	20,93	24,44	58,14	105,24	88,92	74,48	57,72	16,84	21,44	21,66
2002-2003	52,79	136,04	218,09	166,68	205,17	194,67	114,52	92,87	44,83	10,77	9,32	62,72
2003-2004	140,61	188,42	124,69	187,05	62,06	152,69	154,93	148,88	64,86	24,9	17,96	18,86
2004-2005	52,03	40,86	46,18	51,87	26,84	67,62	120,52	88,15	21,68	7,17	5,34	7,04

- Con reducción del 15% debido al Cambio Climático

Tabla 13. Aportaciones con una reducción del 15% debido al Cambio Climático desde 1959 a 2005

Año	Octubre	Noviembre	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre
1959-1960	95,23	177,71	302,4	185,73	215,4	207,54	120,7	196,46	145,39	35,79	26,22	41,74
1960-1961	323,83	264,01	162,29	240,76	222,27	104,63	146,47	142,54	113,59	27,9	18,75	38,83
1961-1962	92,2	241,87	132,11	188,05	94,22	275,1	210,29	121,21	77,43	29,5	9,74	13,81
1962-1963	26,38	79,25	139,4	210,51	87,48	189,72	232,35	128,84	125,23	77,93	137,89	47,86
1963-1964	40,4	199,72	155,8	31,79	124,76	171,62	221,48	128,38	72,53	32,23	21,56	24,62
1964-1965	99,96	77,55	93,44	167,8	70,79	219,47	117,74	112,32	69,27	30,93	20,9	124,51
1965-1966	116,14	223,88	275,09	205,26	241,68	106,67	202,73	206,92	128,75	58,48	30,71	21,11
1966-1967	174,55	315,09	176,09	76,42	71,03	165,04	114,36	131,16	90,41	49,95	26,45	15,36
1967-1968	36,77	198,2	102,6	138,56	116,54	87,45	169,75	186,33	96,12	50,83	42,35	54,18
1968-1969	27,68	101,47	129,68	115,63	76,88	279,23	262,62	235,06	141,33	79,53	35,27	77,92
1969-1970	41,35	48,79	143,23	263,02	125,82	97,07	108,68	168,43	153,16	60,42	33,41	20,37
1970-1971	42,59	87,15	35,75	80,85	138,72	86,17	257,59	320,34	178,37	92,68	44,23	46,21
1971-1972	39,59	28,11	59,76	80,72	249,88	135,55	158,68	181,31	145,27	73,22	45,82	51,71
1972-1973	44,34	89,19	118,41	122,71	83,21	72,56	107,26	178,9	125,6	54,75	39,04	27,83
1973-1974	32,68	66,82	58,11	100,79	110	187,8	124,3	139,15	131,09	61,86	32,43	49,97
1974-1975	73,77	190,56	60,24	104,99	86,58	122,11	213,61	191,94	129,55	61,1	44	63,08
1975-1976	44,33	68,6	79,62	36,89	104,91	91,35	111,85	132,82	68,62	52,95	41,37	59,36
1976-1977	154,79	154,62	184,37	150,09	183,67	90,12	111,28	157,96	200,18	102,95	80,46	37,86
1977-1978	135,19	56,74	116,65	96,38	374,01	198,91	158,52	236,19	162,63	84,21	48,06	30,29
1978-1979	22,82	9,03	85,34	296,16	404,23	137,79	173,57	267,84	260,31	73,72	38,01	39,48
1979-1980	94,05	72,84	58,39	78,57	83,05	138,48	96,72	154,37	113,93	35,01	11,48	12,93
1980-1981	129,8	88,03	107,68	143,15	55,37	142,26	115,84	136,82	73,13	31,87	20,71	28,31
1981-1982	44,05	20,62	336,85	142,05	107,81	117,78	86,08	89,21	76,88	28,55	23,54	20,66
1982-1983	144,12	181,14	268,68	74,09	115,76	101,09	161,64	146,57	91,32	38,73	23,67	16,27
1983-1984	4,39	38,29	80,69	100,82	104,4	80,61	142,59	158,13	179,73	54,04	19,03	22,83
1984-1985	74,36	273,96	87,88	136,19	164,49	84,29	151,91	138,93	95,12	33,78	9,31	6,75
1985-1986	6,95	48,35	37,14	89,62	135,34	119,37	151,37	235,93	78	25,3	7,11	21,44
1986-1987	27,4	88,88	59,23	70,17	90,94	62,19	216,24	51,94	34,14	47,5	14,99	8,67
1987-1988	181,35	50,03	90,02	191,19	204,17	101,62	226,51	133,04	143,36	84,29	21,18	17,11
1988-1989	25,7	16,07	20,97	14,25	22,53	77,76	138,74	105,78	38,28	15,98	23,05	12,57
1989-1990	14,21	67,16	67,89	30,14	85,65	32,44	75,98	106,37	54,43	22,64	14,71	15,75
1990-1991	77,58	83,4	89,97	83,73	38,24	110,93	91,49	106,92	57,09	16,14	6,15	24,34
1991-1992	60,1	143,38	44,8	17,59	16,5	23,82	158,74	72,41	68,66	34,22	49,33	24,82
1992-1993	254,4	126,09	215,91	39,27	15,75	22,84	73,45	126,35	56,82	21,09	14,51	52,89
1993-1994	156,93	64,97	110,28	195,36	108,22	97,81	120,07	158,21	45,83	20,67	12,54	25,66
1994-1995	77,06	146,45	79,48	143,97	111,36	138,29	61,76	88,26	33,71	21,47	11,07	15,45
1995-1996	10,85	60,65	209,42	210,38	143	96,46	87,92	125,74	63,16	40,06	25,4	33,18
1996-1997	32,27	130,48	289,28	204,13	73,45	55,41	49,67	97,89	72,34	99,59	51,98	30,71
1997-1998	17,43	117,63	241,13	123,79	43,87	66,24	177,05	123,21	80,46	35,79	26,11	49,02
1998-1999	56,63	44,91	56,3	68,46	46,7	97,09	125,59	196,17	34,77	27	21,73	66,78
1999-2000	95,81	60,75	85,94	30,74	50,56	29,23	199,37	169,31	89,12	19,72	9,95	10,24
2000-2001	89,58	230,53	161,53	248,66	96,44	316,47	130,09	142,38	58,34	32,02	13,46	10,51
2001-2002	56,58	27,4	19,76	23,09	54,91	99,39	83,98	70,35	54,51	15,9	20,25	20,46
2002-2003	49,85	128,48	205,97	157,42	193,77	183,86	108,15	87,71	42,34	10,17	8,8	59,24
2003-2004	132,8	177,96	117,76	176,66	58,61	144,2	146,32	140,61	61,26	23,52	16,96	17,82
2004-2005	49,14	38,59	43,61	48,99	25,35	63,86	113,82	83,25	20,48	6,77	5,04	6,65

- Con reducción del 20% debido al Cambio Climático

Tabla 14. Aportaciones con una reducción del 20% debido al Cambio Climático desde 1959 a 2005

Año	Octubre	Noviembre	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre
1959-1960	89,63	167,26	284,61	174,8	202,73	195,34	113,6	184,9	136,84	33,69	24,68	39,28
1960-1961	304,78	248,48	152,74	226,6	209,19	98,47	137,86	134,15	106,9	26,26	17,65	36,54
1961-1962	86,78	227,64	124,34	176,98	88,68	258,92	197,92	114,08	72,87	27,76	9,17	13
1962-1963	24,83	74,58	131,2	198,13	82,34	178,56	218,68	121,26	117,86	73,34	129,78	45,05
1963-1964	38,02	187,97	146,63	29,92	117,42	161,52	208,45	120,83	68,26	30,34	20,29	23,17
1964-1965	94,08	72,98	87,94	157,93	66,62	206,56	110,82	105,71	65,19	29,11	19,67	117,18
1965-1966	109,3	210,71	258,9	193,18	227,46	100,39	190,8	194,75	121,18	55,04	28,9	19,86
1966-1967	164,28	296,55	165,74	71,93	66,86	155,34	107,63	123,45	85,1	47,02	24,9	14,46
1967-1968	34,61	186,54	96,57	130,41	109,69	82,3	159,77	175,37	90,46	47,84	39,86	50,99
1968-1969	26,05	95,5	122,06	108,82	72,36	262,8	247,17	221,23	133,02	74,85	33,19	73,34
1969-1970	38,92	45,92	134,8	247,54	118,42	91,36	102,29	158,52	144,15	56,86	31,44	19,18
1970-1971	40,08	82,02	33,65	76,1	130,56	81,1	242,44	301,5	167,88	87,22	41,62	43,5
1971-1972	37,26	26,46	56,25	75,98	235,18	127,58	149,34	170,65	136,72	68,91	43,13	48,66
1972-1973	41,74	83,94	111,45	115,49	78,31	68,3	100,95	168,38	118,22	51,53	36,74	26,19
1973-1974	30,76	62,89	54,69	94,86	103,53	176,75	116,99	130,96	123,38	58,22	30,52	47,03
1974-1975	69,43	179,35	56,7	98,82	81,49	114,93	201,04	180,65	121,93	57,5	41,42	59,37
1975-1976	41,72	64,57	74,94	34,72	98,74	85,98	105,27	125,01	64,58	49,83	38,94	55,86
1976-1977	145,68	145,52	173,53	141,26	172,86	84,82	104,74	148,67	188,41	96,9	75,73	35,63
1977-1978	127,24	53,4	109,79	90,71	352,01	187,21	149,19	222,3	153,06	79,26	45,23	28,51
1978-1979	21,48	8,5	80,32	278,74	380,45	129,69	163,36	252,09	245	69,38	35,78	37,16
1979-1980	88,52	68,55	54,95	73,95	78,17	130,34	91,03	145,29	107,22	32,95	10,8	12,17
1980-1981	122,17	82,85	101,34	134,73	52,11	133,9	109,02	128,78	68,83	29,99	19,49	26,65
1981-1982	41,46	19,41	317,03	133,7	101,47	110,85	81,02	83,96	72,36	26,87	22,15	19,44
1982-1983	135,64	170,49	252,87	69,74	108,95	95,14	152,13	137,95	85,95	36,45	22,28	15,31
1983-1984	4,13	36,04	75,94	94,89	98,26	75,87	134,2	148,83	169,16	50,86	17,91	21,49
1984-1985	69,98	257,85	82,71	128,18	154,82	79,34	142,98	130,76	89,53	31,79	8,76	6,35
1985-1986	6,54	45,5	34,95	84,34	127,38	112,35	142,46	222,05	73,41	23,82	6,69	20,18
1986-1987	25,78	83,66	55,74	66,04	85,59	58,54	203,52	48,89	32,14	44,7	14,11	8,16
1987-1988	170,68	47,09	84,72	179,94	192,16	95,64	213,18	125,22	134,93	79,34	19,94	16,1
1988-1989	24,19	15,13	19,74	13,41	21,2	73,18	130,58	99,56	36,02	15,04	21,7	11,83
1989-1990	13,38	63,21	63,9	28,37	80,62	30,53	71,51	100,11	51,23	21,31	13,85	14,82
1990-1991	73,02	78,5	84,68	78,81	35,99	104,4	86,11	100,63	53,73	15,19	5,79	22,91
1991-1992	56,56	134,94	42,16	16,55	15,53	22,42	149,4	68,15	64,62	32,21	46,43	23,36
1992-1993	239,43	118,67	203,21	36,96	14,82	21,5	69,13	118,92	53,48	19,85	13,66	49,78
1993-1994	147,7	61,14	103,79	183,86	101,86	92,06	113,01	148,9	43,14	19,46	11,8	24,15
1994-1995	72,53	137,83	74,81	135,5	104,81	130,15	58,13	83,06	31,73	20,21	10,42	14,54
1995-1996	10,21	57,08	197,1	198,01	134,59	90,78	82,74	118,34	59,45	37,7	23,9	31,23
1996-1997	30,37	122,81	272,26	192,12	69,13	52,15	46,74	92,14	68,08	93,74	48,92	28,9
1997-1998	16,41	110,71	226,94	116,5	41,29	62,34	166,63	115,96	75,73	33,68	24,58	46,14
1998-1999	53,3	42,26	52,99	64,43	43,95	91,38	118,2	184,63	32,72	25,42	20,46	62,85
1999-2000	90,18	57,18	80,89	28,94	47,58	27,51	187,64	159,35	83,88	18,56	9,36	9,64
2000-2001	84,31	216,97	152,02	234,03	90,77	297,86	122,44	134,01	54,91	30,14	12,66	9,9
2001-2002	53,26	25,78	18,6	21,73	51,68	93,54	79,04	66,21	51,3	14,97	19,06	19,26
2002-2003	46,92	120,92	193,86	148,16	182,38	173,04	101,79	82,55	39,85	9,58	8,28	55,75
2003-2004	124,98	167,49	110,83	166,26	55,16	135,72	137,71	132,34	57,66	22,14	15,96	16,77
2004-2005	46,25	36,32	41,05	46,1	23,86	60,1	107,13	78,35	19,27	6,38	4,74	6,26

Serie corta

- Con una reducción del 5 % debido al Cambio Climático

Tabla 15. Aportaciones con una reducción del 5% debido al Cambio Climático desde 1979 a 2005

Año	Octubre	Noviembre	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre
1979-1980	105,12	81,41	65,26	87,82	92,82	154,77	108,1	172,53	127,33	39,13	12,83	14,45
1980-1981	145,07	98,38	120,35	159,99	61,88	159	129,47	152,92	81,74	35,62	23,14	31,64
1981-1982	49,23	23,05	376,48	158,76	120,5	131,63	96,21	99,7	85,93	31,91	26,31	23,09
1982-1983	161,07	202,45	300,29	82,81	129,38	112,98	180,65	163,82	102,07	43,28	26,46	18,18
1983-1984	4,9	42,8	90,18	112,68	116,68	90,1	159,36	176,74	200,88	60,4	21,27	25,52
1984-1985	83,11	306,19	98,22	152,21	183,84	94,21	169,78	155,28	106,31	37,75	10,4	7,54
1985-1986	7,77	54,04	41,51	100,16	151,26	133,42	169,18	263,68	87,17	28,28	7,94	23,96
1986-1987	30,62	99,34	66,2	78,42	101,64	69,51	241,68	58,05	38,16	53,09	16,76	9,69
1987-1988	202,68	55,92	100,61	213,68	228,19	113,57	253,16	148,69	160,23	94,21	23,67	19,12
1988-1989	28,73	17,96	23,44	15,92	25,18	86,91	155,06	118,23	42,78	17,86	25,76	14,05
1989-1990	15,88	75,06	75,88	33,69	95,73	36,25	84,92	118,88	60,84	25,31	16,44	17,6
1990-1991	86,71	93,21	100,56	93,58	42,74	123,98	102,26	119,5	63,8	18,04	6,88	27,21
1991-1992	67,17	160,25	50,07	19,66	18,44	26,62	177,41	80,93	76,74	38,25	55,14	27,74
1992-1993	284,33	140,92	241,31	43,89	17,6	25,53	82,09	141,22	63,51	23,57	16,22	59,11
1993-1994	175,39	72,61	123,25	218,34	120,95	109,32	134,2	176,82	51,22	23,1	14,01	28,68
1994-1995	86,13	163,68	88,83	160,91	124,46	154,56	69,03	98,64	37,68	24	12,37	17,27
1995-1996	12,12	67,78	234,06	235,13	159,83	107,81	98,26	140,53	70,59	44,77	28,39	37,09
1996-1997	36,06	145,83	323,31	228,14	82,09	61,93	55,51	109,41	80,85	111,31	58,09	34,32
1997-1998	19,48	131,47	269,5	138,35	49,03	74,03	197,88	137,7	89,93	40	29,18	54,79
1998-1999	63,29	50,19	62,93	76,51	52,19	108,51	140,36	219,25	38,86	30,18	24,29	74,63
1999-2000	107,08	67,9	96,05	34,36	56,51	32,67	222,82	189,23	99,61	22,04	11,12	11,45
2000-2001	100,12	257,65	180,53	277,91	107,79	353,7	145,4	159,13	65,21	35,79	15,04	11,75
2001-2002	63,24	30,62	22,09	25,8	61,37	111,08	93,86	78,62	60,92	17,77	22,63	22,87
2002-2003	55,72	143,59	230,2	175,94	216,57	205,49	120,88	98,03	47,32	11,37	9,83	66,21
2003-2004	148,42	198,89	131,61	197,44	65,5	161,17	163,53	157,15	68,47	26,29	18,95	19,91
2004-2005	54,92	43,13	48,74	54,75	28,33	71,37	127,21	93,04	22,89	7,57	5,63	7,43

- Con una reducción del 10 % debido al Cambio Climático

Tabla 16. Aportaciones con una reducción del 10% debido al Cambio Climático desde 1979 a 2005

Año	Octubre	Noviembre	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre
1979-1980	99,59	77,12	61,82	88,2	87,94	146,63	102,41	163,45	120,63	37,07	12,15	13,69
1980-1981	137,44	93,2	114,01	151,57	58,63	150,63	122,65	144,87	77,44	33,74	21,92	29,98
1981-1982	46,64	21,83	356,66	150,41	114,16	124,7	91,14	94,46	81,41	30,23	24,92	21,87
1982-1983	152,6	191,8	284,48	78,45	122,57	107,04	171,14	155,2	96,7	41	25,07	17,23
1983-1984	4,64	40,55	85,44	106,75	110,54	85,36	150,98	167,44	190,31	57,22	20,15	24,17
1984-1985	78,73	290,08	93,05	144,2	174,17	89,25	160,85	147,11	100,72	35,77	9,86	7,15
1985-1986	7,36	51,19	39,32	94,89	143,3	126,4	160,27	249,8	82,58	26,79	7,52	22,7
1986-1987	29,01	94,11	62,71	74,3	96,29	65,85	228,96	55	36,15	50,29	15,88	9,18
1987-1988	192,02	52,97	95,31	202,44	216,18	107,6	239,83	140,87	151,79	89,25	22,43	18,12
1988-1989	27,22	17,02	22,2	15,08	23,85	82,33	146,9	112,01	40,53	16,92	24,41	13,31
1989-1990	15,05	71,11	71,88	31,91	90,69	34,34	80,45	112,63	57,64	23,98	15,58	16,68
1990-1991	82,14	88,31	95,27	88,66	40,49	117,45	96,88	113,21	60,44	17,09	6,52	25,78
1991-1992	63,63	151,81	47,43	18,62	17,47	25,22	168,08	76,67	72,7	36,23	52,24	26,28
1992-1993	269,36	133,51	228,61	41,58	16,68	24,18	77,77	133,79	60,17	22,33	15,36	56
1993-1994	166,16	68,79	116,77	206,85	114,59	103,56	127,13	167,52	48,53	21,89	13,28	27,17
1994-1995	81,59	155,06	84,16	152,44	117,91	146,42	65,39	93,45	35,69	22,73	11,72	16,36
1995-1996	11,48	64,22	221,74	222,76	151,42	102,13	93,09	133,14	66,88	42,42	26,89	35,14
1996-1997	34,16	138,16	306,3	216,14	77,77	58,67	52,59	103,65	76,59	105,45	55,04	32,52
1997-1998	18,46	124,55	255,31	131,07	46,45	70,14	187,46	130,46	85,19	37,89	27,65	51,9
1998-1999	59,96	47,55	59,62	72,49	49,45	102,8	132,98	207,71	36,81	28,59	23,01	70,7
1999-2000	101,45	64,32	91	32,55	53,53	30,95	211,1	179,27	94,37	20,88	10,53	10,85
2000-2001	94,85	244,09	171,03	263,29	102,11	335,09	137,75	150,76	61,78	33,9	14,25	11,13
2001-2002	59,91	29,01	20,98	24,44	58,14	105,24	88,92	74,48	57,72	16,84	21,44	21,66
2002-2003	52,79	136,04	218,09	166,68	205,17	194,67	114,52	92,87	44,83	10,77	9,32	62,72
2003-2004	140,61	188,42	124,69	187,05	62,06	152,69	154,93	148,88	64,86	24,9	17,96	18,86
2004-2005	52,03	40,86	46,18	51,87	26,84	67,62	120,52	88,15	21,68	7,17	5,34	7,04

- Con una reducción del 15 % debido al Cambio Climático

Tabla 17. Aportaciones con una reducción del 15% debido al Cambio Climático desde 1979 a 2005

Año	Octubre	Noviembre	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre
1979-1980	94,05	72,84	58,39	78,57	83,05	138,48	96,72	154,37	113,93	35,01	11,48	12,93
1980-1981	129,8	88,03	107,68	143,15	55,37	142,26	115,84	136,82	73,13	31,87	20,71	28,31
1981-1982	44,05	20,62	336,85	142,05	107,81	117,78	86,08	89,21	76,88	28,55	23,54	20,66
1982-1983	144,12	181,14	268,68	74,09	115,76	101,09	161,64	146,57	91,32	38,73	23,67	16,27
1983-1984	4,39	38,29	80,69	100,82	104,4	80,61	142,59	158,13	179,73	54,04	19,03	22,83
1984-1985	74,36	273,96	87,88	136,19	164,49	84,29	151,91	138,93	95,12	33,78	9,31	6,75
1985-1986	6,95	48,35	37,14	89,62	135,34	119,37	151,37	235,93	78	25,3	7,11	21,44
1986-1987	27,4	88,88	59,23	70,17	90,94	62,19	216,24	51,94	34,14	47,5	14,99	8,67
1987-1988	181,35	50,03	90,02	191,19	204,17	101,62	226,51	133,04	143,36	84,29	21,18	17,11
1988-1989	25,7	16,07	20,97	14,25	22,53	77,76	138,74	105,78	38,28	15,98	23,05	12,57
1989-1990	14,21	67,16	67,89	30,14	85,65	32,44	75,98	106,37	54,43	22,64	14,71	15,75
1990-1991	77,58	83,4	89,97	83,73	38,24	110,93	91,49	106,92	57,09	16,14	6,15	24,34
1991-1992	60,1	143,38	44,8	17,59	16,5	23,82	158,74	72,41	68,66	34,22	49,33	24,82
1992-1993	254,4	126,09	215,91	39,27	15,75	22,84	73,45	126,35	56,82	21,09	14,51	52,89
1993-1994	156,93	64,97	110,28	195,36	108,22	97,81	120,07	158,21	45,83	20,67	12,54	25,66
1994-1995	77,06	146,45	79,48	143,97	111,36	138,29	61,76	88,26	33,71	21,47	11,07	15,45
1995-1996	10,85	60,65	209,42	210,38	143	96,46	87,92	125,74	63,16	40,06	25,4	33,18
1996-1997	32,27	130,48	289,28	204,13	73,45	55,41	49,67	97,89	72,34	99,59	51,98	30,71
1997-1998	17,43	117,63	241,13	123,79	43,87	66,24	177,05	123,21	80,46	35,79	26,11	49,02
1998-1999	56,63	44,91	56,3	68,46	46,7	97,09	125,59	196,17	34,77	27	21,73	66,78
1999-2000	95,81	60,75	85,94	30,74	50,56	29,23	199,37	169,31	89,12	19,72	9,95	10,24
2000-2001	89,58	230,53	161,53	248,66	96,44	316,47	130,09	142,38	58,34	32,02	13,46	10,51
2001-2002	56,58	27,4	19,76	23,09	54,91	99,39	83,98	70,35	54,51	15,9	20,25	20,46
2002-2003	49,85	128,48	205,97	157,42	193,77	183,86	108,15	87,71	42,34	10,17	8,8	59,24
2003-2004	132,8	177,96	117,76	176,66	58,61	144,2	146,32	140,61	61,26	23,52	16,96	17,82
2004-2005	49,14	38,59	43,61	48,99	25,35	63,86	113,82	83,25	20,48	6,77	5,04	6,65

- Con una reducción del 20 % debido al Cambio Climático

Tabla 18. Aportaciones con una reducción del 20% debido al Cambio Climático desde 1979 a 2005

Año	Octubre	Noviembre	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre
1979-1980	88,52	68,55	54,95	73,95	78,17	130,34	91,08	145,29	107,22	32,95	10,8	12,17
1980-1981	122,17	82,85	101,34	134,73	52,11	133,9	109,02	128,78	68,83	29,99	19,49	26,65
1981-1982	41,46	19,41	317,03	133,7	101,47	110,85	81,02	83,96	72,36	26,87	22,15	19,44
1982-1983	135,64	170,49	252,87	69,74	108,95	95,14	152,13	137,95	85,95	36,45	22,28	15,31
1983-1984	4,13	36,04	75,94	94,89	98,26	75,87	134,2	148,83	169,16	50,86	17,91	21,49
1984-1985	69,98	257,85	82,71	128,18	154,82	79,34	142,98	130,76	89,53	31,79	8,76	6,35
1985-1986	6,54	45,5	34,95	84,34	127,38	112,35	142,46	222,05	73,41	23,82	6,69	20,18
1986-1987	25,78	83,66	55,74	66,04	85,59	58,54	203,52	48,89	32,14	44,7	14,11	8,16
1987-1988	170,68	47,09	84,72	179,94	192,16	95,64	213,18	125,22	134,98	79,34	19,94	16,1
1988-1989	24,19	15,13	19,74	13,41	21,2	73,18	130,58	99,56	36,02	15,04	21,7	11,83
1989-1990	13,38	63,21	63,9	28,37	80,62	30,53	71,51	100,11	51,23	21,31	13,85	14,82
1990-1991	73,02	78,5	84,68	78,81	35,99	104,4	86,11	100,63	53,73	15,19	5,79	22,91
1991-1992	56,56	134,94	42,16	16,55	15,53	22,42	149,4	68,15	64,62	32,21	46,43	23,36
1992-1993	239,43	118,67	203,21	36,96	14,82	21,5	69,13	118,92	53,48	19,85	13,66	49,78
1993-1994	147,7	61,14	103,79	183,86	101,86	92,06	113,01	148,9	43,14	19,46	11,8	24,15
1994-1995	72,53	137,83	74,81	135,5	104,81	130,15	58,13	83,06	31,73	20,21	10,42	14,54
1995-1996	10,21	57,08	197,1	198,01	134,59	90,78	82,74	118,34	59,45	37,7	23,9	31,23
1996-1997	30,37	122,81	272,26	192,12	69,13	52,15	46,74	92,14	68,08	93,74	48,92	28,9
1997-1998	16,41	110,71	226,94	116,5	41,29	62,34	166,63	115,96	75,73	33,68	24,58	46,14
1998-1999	53,3	42,26	52,99	64,43	43,95	91,38	118,2	184,63	32,72	25,42	20,46	62,85
1999-2000	90,18	57,18	80,89	28,94	47,58	27,51	187,64	159,35	83,88	18,56	9,36	9,64
2000-2001	84,31	216,97	152,02	234,03	90,77	297,86	122,44	134,01	54,91	30,14	12,66	9,9
2001-2002	53,26	25,78	18,6	21,73	51,68	93,54	79,04	66,21	51,3	14,97	19,06	19,26
2002-2003	46,92	120,92	193,86	148,16	182,38	173,04	101,79	82,55	39,85	9,58	8,28	55,75
2003-2004	124,98	167,49	110,83	166,26	55,16	135,72	137,71	132,34	57,66	22,14	15,96	16,77
2004-2005	46,25	36,32	41,05	46,1	23,86	60,1	107,13	78,35	19,27	6,38	4,74	6,26

En continuación con el apartado, con las aportaciones y volúmenes del embalse para cada porcentaje de reducción se han obtenido en la simulación las garantías de suministro de las distintas demandas y se ha estudiado su evolución para ver si quedan satisfechas o no.

5.5.2 Análisis de las garantías de suministro al variar las tasas de evaporación

Otra variable que se ha estudiado ha sido el efecto de la evaporación sobre las garantías de suministro con Yesa recrecido y sin recrecer (considerando para ambos escenarios las aportaciones de la serie larga sin efectos del Cambio Climático). El estudio de regulación establece las siguientes tasas de evaporación:

Tabla 19. Tasas de evaporación del estudio de regulación del embalse de Yesa

mes	mm/mes
octubre	81
noviembre	54
diciembre	44
enero	42
febrero	58
marzo	78
abril	86
mayo	135
junio	121
julio	143
agosto	135
septiembre	113

Las utilizadas para este apartado han sido las propuestas por López Moreno (2008) que calcula las pérdidas de agua por evaporación en embalses del Pirineo. Estas evaporaciones son:

Tabla 20. Tasas de evaporación del estudio de López Moreno (2008)

mes	mm/mes
octubre	46
noviembre	25
diciembre	21
enero	29
febrero	43
marzo	82
abril	107
mayo	154
junio	186
julio	193
agosto	136
septiembre	79

A continuación, se muestra un gráfico comparativo de la evaporación mensual propuesta por el estudio de regulación y por la propuesta por López Moreno (2008) (ver figura 12).

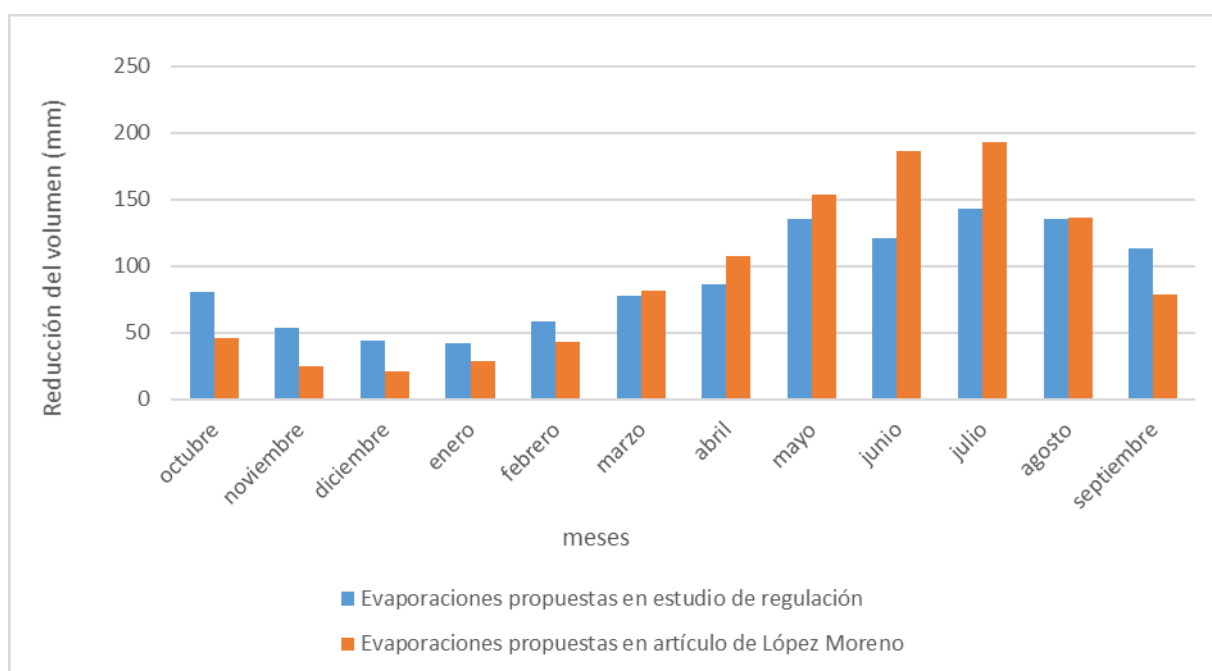


Figura 12. Gráfico comparativo de las evaporaciones utilizadas en el modelo de simulación (Fuente: Elaboración propia)

Se ha optado por estudiar el efecto de esta variación en la evaporación porque el estudio de López Moreno (2008) podría ser más realista en el sentido de que es un estudio relativamente reciente y además es un análisis específico para la zona de estudio, mientras que los datos de evaporación que figuran en el estudio de regulación oficial carecen de justificación y de referenciación. El hecho de que las evaporaciones de López Moreno (2008) sean mayores en promedio y más importantes en verano serían coherentes con las tendencias en las temperaturas que marcan los diferentes estudios sobre el cambio climático que se han referenciado con anterioridad.

5.2.3 Análisis de las garantías de suministro al variar la dotación del sistema

Para este apartado se han sustituido las demandas del modelo de simulación, así como la dotación para ver el efecto que producen sobre las garantías de suministro (considerando para ambos escenarios las aportaciones de la serie larga sin efectos del Cambio Climático).

Se parte de una dotación de 9.100 m³/ha y se obtienen las nuevas demandas de dotaciones de 7.953 m³/ha (dotación media en la cuenca del Ebro según el Plan Hidrológico vigente), de 7.000 m³/ha (como valor intermedio) y de 6.500 m³/ha (dotación que se asigna a los nuevos regadíos, según los documentos iniciales del tercer ciclo de Planificación Hidrológica 2021-2027).

La idea de fondo sería que la dotación media que se asigna a la zona regable de Bardenas es claramente excesiva. El sistema podría mejorar la eficiencia en la gestión, transporte, almacenamiento y aplicación del agua, mediante planes de mejora que podrían necesitar menos financiación que la necesaria para el recrecimiento del embalse de Yesa. A continuación, se muestran dichas demandas:

Tabla 21. Demandas mensuales para la dotación de 9.100 m³/ha

mes	Dotación de 9.100 m ³ /ha										
	demandas										
	Bar Tramo I,II,III	Bar Tramo IV	Canal Pardina	A. Navarra	Arriba C.Villas	Abajo C.Villas	Bar II Canal	Sora I	Sora II	Bar III	Zaragoza
octubre	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7,5
noviembre	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7,5
diciembre	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7,5
enero	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7,5
febrero	4,731	9,76	0,643	3,76	1,44	4,82	3,53	3,82	5,19	4,15	7,5
marzo	3,705	7,644	0,504	2,941	1,131	3,777	2,763	2,99	4,063	3,25	7,5
abril	5,472	11,29	0,744	4,344	1,67	5,578	4,08	4,416	6	4,8	7,5
mayo	14,068	29,024	1,913	11,168	4,294	14,339	10,489	11,353	15,425	12,34	7,5
junio	15,88	32,763	2,159	12,607	4,848	16,187	11,841	12,816	17,413	13,93	7,5
julio	23,188	47,84	3,153	18,408	7,078	23,635	17,289	18,713	25,425	20,34	7,5
agosto	23,188	47,84	3,153	18,408	7,078	23,635	17,289	18,713	25,425	20,34	7,5
septiembre	13,509	27,871	1,873	10,724	4,124	13,77	10,073	10,902	14,813	11,85	7,5
Total	103,741	214,032	14,142	82,36	31,663	105,741	77,354	83,723	113,754	91	90

Tabla 22. Demandas mensuales para la dotación de 7.953 m³/ha

mes	Dotación de 7.953 m3/ha										
	demandas										
	Bar Tramo I,II,III	Bar Tramo IV	Canal Pardina	A. Navarra	Arriba C.Villas	Abajo C.Villas	Bar II Canal	Sora I	Sora II	Bar III	Zaragoza
octubre	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6,578
noviembre	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6,578
diciembre	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6,578
enero	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6,578
febrero	4,135	8,530	0,562	3,286	1,259	4,213	3,085	3,339	4,536	3,627	6,578
marzo	3,238	6,681	0,440	2,570	0,988	3,301	2,415	2,613	3,551	2,841	6,578
abril	4,783	9,867	0,650	3,797	1,460	4,875	3,566	3,860	5,244	4,195	6,578
mayo	12,295	25,367	1,672	9,761	3,753	12,532	9,167	9,923	13,481	10,785	6,578
junio	13,879	28,635	1,887	11,019	4,237	14,147	10,349	11,201	15,219	12,175	6,578
julio	20,266	41,812	2,756	16,089	6,186	20,657	15,111	16,355	22,221	17,777	6,578
agosto	20,266	41,812	2,756	16,089	6,186	20,657	15,111	16,355	22,221	17,777	6,578
septiembre	11,807	24,359	1,637	9,373	3,604	12,035	8,804	9,528	12,947	10,357	6,578
Total	90,670	187,064	12,360	71,983	27,673	92,418	67,607	73,174	99,421	79,534	79

Tabla 23. Demandas mensuales para la dotación de 7.000 m³/ha

mes	Dotación de 7.000 m3/ha										
	demandas										
	Bar Tramo I,II,III	Bar Tramo IV	Canal Pardina	A. Navarra	Arriba C.Villas	Abajo C.Villas	Bar II Canal	Sora I	Sora II	Bar III	Zaragoza
octubre	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6,578
noviembre	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6,578
diciembre	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6,578
enero	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6,578
febrero	3,643	7,515	0,495	2,895	1,109	3,711	2,718	2,941	3,996	3,196	6,578
marzo	2,853	5,886	0,388	2,265	0,871	2,908	2,128	2,302	3,129	2,503	6,578
abril	4,213	8,693	0,573	3,345	1,286	4,295	3,142	3,400	4,620	3,696	6,578
mayo	10,832	22,348	1,473	8,599	3,306	11,041	8,077	8,742	11,877	9,502	6,578
junio	12,228	25,228	1,662	9,707	3,733	12,464	9,118	9,868	13,408	10,726	6,578
julio	17,855	36,837	2,428	14,174	5,450	18,199	13,313	14,409	19,577	15,662	6,578
agosto	17,855	36,837	2,428	14,174	5,450	18,199	13,313	14,409	19,577	15,662	6,578
septiembre	10,402	21,461	1,442	8,257	3,175	10,603	7,756	8,395	11,406	9,125	6,578
Total	79,881	164,805	10,889	63,417	24,381	81,421	59,563	64,467	87,591	70,07	79

Tabla 24. Demandas mensuales para la dotación de 6.500 m³/ha

mes	Dotación de 6.500 m3/ha										
	demandas										
	Bar Tramo I,II,III	Bar Tramo IV	Canal Pardina	A. Navarra	Arriba C.Villas	Abajo C.Villas	Bar II Canal	Sora I	Sora II	Bar III	Zaragoza
octubre	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6,578
noviembre	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6,578
diciembre	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6,578
enero	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6,578
febrero	3,378	6,969	0,459	2,685	1,028	3,441	2,520	2,727	3,706	2,963	6,578
marzo	2,645	5,458	0,360	2,100	0,808	2,697	1,973	2,135	2,901	2,321	6,578
abril	3,907	8,061	0,531	3,102	1,192	3,983	2,913	3,153	4,284	3,427	6,578
mayo	10,045	20,723	1,366	7,974	3,066	10,238	7,489	8,106	11,013	8,811	6,578
junio	11,338	23,393	1,542	9,001	3,461	11,558	8,454	9,151	12,433	9,946	6,578
julio	16,556	34,158	2,251	13,143	5,054	16,875	12,344	13,361	18,153	14,523	6,578
agosto	16,556	34,158	2,251	13,143	5,054	16,875	12,344	13,361	18,153	14,523	6,578
septiembre	9,645	19,900	1,337	7,657	2,945	9,832	7,192	7,784	10,576	8,461	6,578
Total	74,071	152,819	10,097	58,805	22,607	75,499	55,231	59,778	81,220	64,974	79

5.2.4 Comparación de escenarios y escenario futuro realista

Por último, se ha realizado la comparación de los resultados obtenidos del embalse de Yesa sin recrecimiento y con recrecimiento para ver cómo afectan las variables estudiadas y para determinar la viabilidad del recrecimiento en lo que se ha llamado como escenario futuro realista.

6 Resultados y Discusión

6.1 Garantías de suministro según la reducción de las aportaciones

Como se ha indicado en el apartado 5.2.1 se han calculado las nuevas aportaciones según la reducción producida por el Cambio Climático para poder determinar los volúmenes de agua que sería posible embalsar en Yesa, así como las garantías de suministro de las distintas demandas. A continuación, se muestra una tabla en la que se puede apreciar el promedio de disminución de aportaciones de la serie larga y de la serie corta, así como la representación gráfica de ambas.

En estas gráficas se puede ver mes a mes durante 46 años para la serie larga y durante 26 años para la serie corta como se reducen las aportaciones. La línea azul representa las aportaciones sin tener en cuenta los efectos del Cambio Climático, la roja representa las aportaciones con una reducción del 5%, la verde con una reducción del 10%, la amarilla con una reducción del 15% y la morada con una reducción del 20%.

Tabla 25. Resultados de las aportaciones mensuales recibidas por el embalse de Yesa para la serie larga y corta con efectos del Cambio Climático

	Porcentaje de reducción				
	0%	5%	10%	15%	20%
Aportaciones serie larga (Hm ³)	115,36	109,6	103,83	98,06	92,29
Aportaciones serie corta (Hm ³)	96,83	91,99	87,14	82,3	77,46

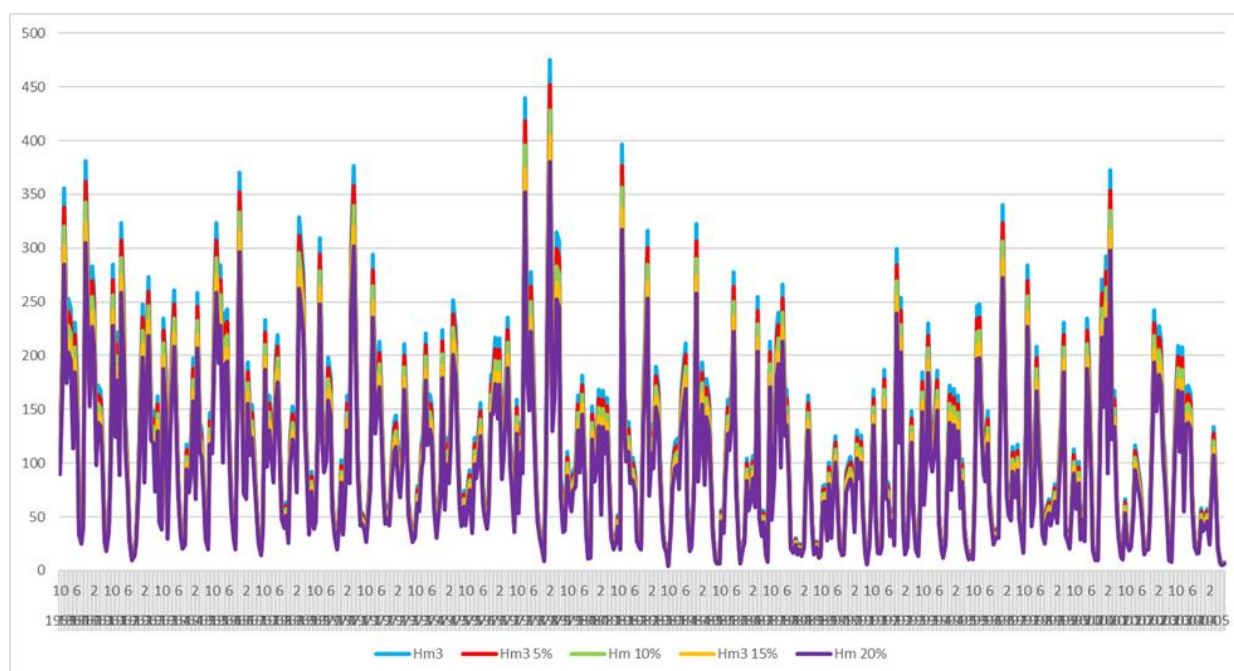
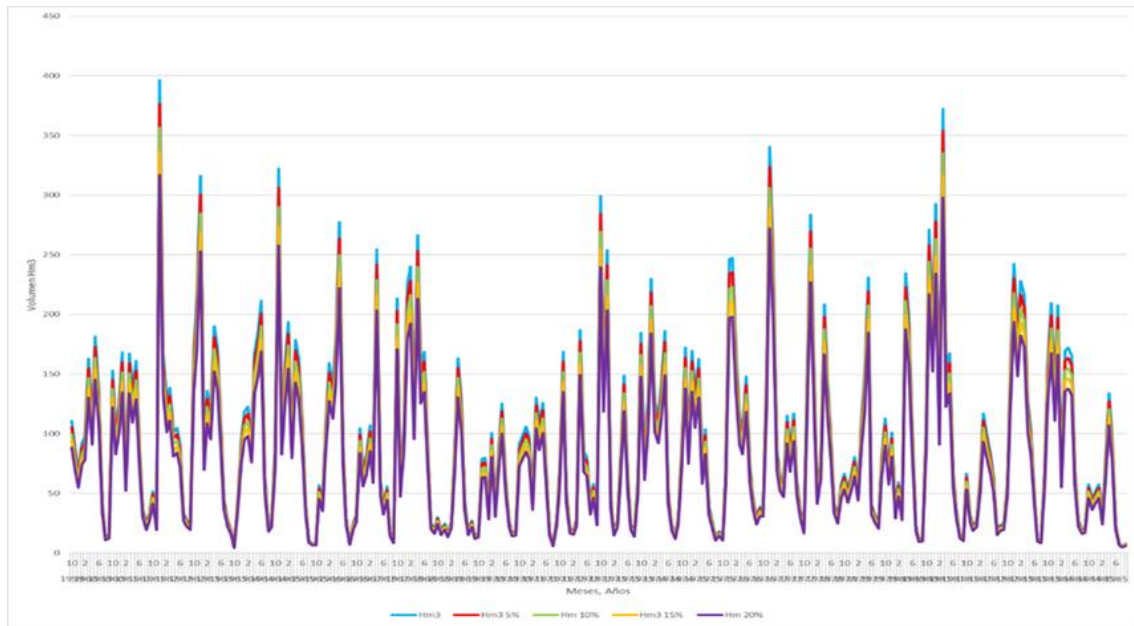


Figura 13. Gráfico de reducción de las aportaciones mensuales por efecto del Cambio Climático desde 1959 a 2005 (Fuente: Elaboración propia)



6.1.1 Garantías de suministro según la reducción de las aportaciones para Yesa con recrecimiento

Serie larga (1959-2005)

A continuación, se muestran los resultados de los volúmenes de Yesa para las distintas reducciones.

- Volumen de Yesa sin efectos del Cambio Climático

Tabla 26. Resultados del volumen de Yesa con recrecimiento para la serie larga sin efectos del Cambio Climático

Año	octubre	noviembre	diciembre	enero	febrero	marzo	abril	mayo	junio	julio	agosto	septiembre
1959	684,98	880,80	1009,00	1079,35	1079,35	1079,35	1079,35	1079,35	1073,18	918,67	753,63	612,93
1960	916,35	1009,00	1009,00	1079,35	1079,35	1079,35	1079,35	1079,35	1050,00	886,28	712,56	568,56
1961	590,92	862,29	1004,60	1079,35	1079,35	1079,35	1079,35	1059,80	990,72	829,05	644,94	471,76
1962	416,65	497,07	648,34	876,22	927,63	1060,43	1079,35	1068,76	1050,00	945,05	911,11	777,19
1963	738,24	959,86	1009,00	1004,77	1079,35	1079,35	1079,35	1068,22	993,37	834,92	664,66	504,11
1964	535,39	613,65	710,74	888,33	920,10	1079,35	1079,35	1050,00	971,24	811,33	640,38	597,25
1965	647,34	897,49	1009,00	1079,35	1079,35	1079,35	1079,35	1079,35	1053,63	925,82	766,04	601,07
1966	729,04	1009,00	1009,00	1058,48	1079,35	1079,35	1079,35	1071,49	1017,64	879,93	715,28	543,70
1967	500,64	720,79	828,54	944,67	1024,92	1062,31	1079,35	1079,35	1032,19	895,46	749,43	623,36
1968	569,44	675,78	815,42	904,59	949,02	1079,35	1079,35	1079,35	1068,41	965,29	810,74	712,38
1969	683,58	727,82	883,33	1079,35	1079,35	1079,35	1079,35	1079,35	1079,35	953,75	797,05	631,13
1970	603,95	693,40	722,57	804,48	916,23	956,51	1079,35	1079,35	1079,35	991,64	847,54	711,84
1971	680,97	700,90	758,30	840,03	1070,30	1079,35	1079,35	1079,35	1073,03	962,49	820,35	691,17
1972	665,93	757,70	884,00	988,02	1029,02	1048,90	1079,35	1079,35	1050,00	917,83	767,85	610,77
1973	571,93	637,52	693,05	798,43	876,42	1007,05	1063,77	1065,33	1050,00	926,18	768,41	637,34
1974	639,94	850,93	908,74	991,90	1036,86	1079,35	1079,35	1079,35	1054,56	929,84	785,65	669,93
1975	644,72	712,31	793,04	823,19	895,16	941,55	991,09	977,91	882,09	748,30	601,60	482,04
1976	570,96	739,77	943,66	1070,30	1079,35	1079,35	1079,35	1079,35	1079,35	1003,72	902,15	756,49
1977	837,90	891,29	1009,00	1079,35	1079,35	1079,35	1079,35	1079,35	1079,35	981,70	842,13	687,74
1978	637,22	634,77	722,32	1030,45	1079,35	1079,35	1079,35	1079,35	1079,35	969,38	818,04	674,51
1979	707,73	780,21	835,91	900,00	951,69	1026,71	1057,86	1077,32	1050,00	894,64	712,35	537,92
1980	604,51	694,99	808,74	931,01	950,11	1041,47	1079,35	1078,14	1003,97	845,05	673,77	517,53
1981	483,08	494,48	877,92	998,11	1068,03	1079,35	1079,35	1039,26	961,72	799,04	631,23	466,12
1982	543,49	743,53	1009,00	1046,78	1079,35	1079,35	1079,35	1079,35	1026,55	875,62	707,72	537,23
1983	456,13	488,35	570,60	669,57	741,14	775,18	861,16	878,07	913,05	780,47	607,42	444,95
1984	439,43	748,74	839,15	949,53	1079,35	1079,35	1079,35	1079,35	1031,02	874,26	689,49	507,88
1985	429,85	473,93	504,99	590,86	698,92	778,60	874,89	983,16	898,34	732,04	545,15	381,23
1986	320,70	412,62	469,73	529,18	585,15	597,85	770,76	663,22	545,00	406,05	229,73	63,67
1987	204,92	251,40	344,95	511,34	695,42	750,40	934,99	922,22	914,35	817,29	646,66	477,34
1988	414,57	420,73	432,85	429,58	410,38	454,09	543,40	516,75	389,75	214,52	48,69	40,00
1989	40,00	106,99	174,76	129,60	175,67	151,91	162,26	126,98	40,00	40,00	35,90	33,15
1990	53,66	139,70	233,37	285,26	275,29	343,46	371,42	335,72	230,13	56,03	40,00	40,00
1991	43,63	200,18	240,65	214,77	179,39	145,49	253,08	177,49	86,23	40,00	40,00	40,00
1992	237,77	373,57	614,95	582,54	545,01	520,00	538,17	534,41	429,12	259,72	83,60	40,00
1993	158,35	222,48	339,89	476,92	548,25	585,95	644,39	662,09	545,00	374,55	195,48	53,34
1994	128,64	288,60	369,70	470,00	529,09	614,40	598,21	545,00	427,45	258,50	78,35	40,00
1995	40,00	99,34	333,50	470,00	572,67	608,73	623,28	602,93	526,48	378,87	214,87	77,65
1996	93,41	234,69	562,53	709,61	739,72	727,20	702,59	649,25	558,73	480,89	347,63	214,87
1997	170,13	296,14	567,28	654,16	649,57	663,07	789,70	765,80	684,47	531,23	367,39	236,52
1998	256,84	297,20	351,04	406,26	411,14	469,32	537,39	573,23	463,31	300,69	132,81	40,00
1999	116,01	175,27	264,15	253,70	258,27	230,52	385,55	423,02	354,65	184,00	40,00	30,77
2000	69,07	327,98	505,48	704,99	762,14	1040,31	1079,35	1079,35	987,80	829,11	649,36	472,29
2001	452,67	472,08	482,71	490,38	509,14	560,71	578,27	522,22	414,26	238,84	69,57	40,00
2002	41,35	180,39	410,36	502,69	674,56	813,14	857,10	791,30	665,11	481,87	297,95	198,91
2003	289,74	486,43	612,26	761,26	773,84	878,74	968,84	964,86	860,42	692,15	516,98	348,91
2004	314,02	346,84	385,68	423,32	407,44	434,83	494,90	441,97	294,38	108,90	40,00	26,56

- Volumen de Yesa con unas reducciones del 5%

Tabla 27. Resultados del volumen de Yesa con recrecimiento para la serie larga con una reducción del 5% debido a los efectos del Cambio Climático

Año	octubre	noviembre	diciembre	enero	febrero	marzo	abril	mayo	junio	julio	agosto	septiembre
1959	679,39	864,77	1009,00	1079,35	1079,35	1079,35	1079,35	1079,35	1064,64	908,05	741,51	598,39
1960	882,80	1009,00	1009,00	1079,35	1079,35	1079,35	1079,35	1076,48	1043,18	877,84	703,05	556,80
1961	573,44	830,61	965,19	1079,35	1079,35	1079,35	1079,35	1052,67	979,07	815,72	631,08	457,13
1962	400,50	476,30	619,39	834,92	881,24	1002,97	1079,35	1061,19	1040,92	931,43	889,43	752,74
1963	711,13	921,04	1009,00	997,55	1079,35	1079,35	1079,35	1060,68	981,58	821,27	649,79	487,83
1964	513,28	587,01	678,64	846,39	874,05	1029,01	1071,06	1050,00	959,43	797,73	625,60	575,20
1965	614,03	851,06	1009,00	1079,35	1079,35	1079,35	1079,35	1079,35	1050,00	918,77	757,20	591,02
1966	705,20	1009,00	1009,00	1053,98	1076,41	1079,35	1079,35	1063,78	1004,64	864,03	697,87	525,45
1967	480,27	688,79	790,55	900,00	984,21	1004,51	1079,35	1079,35	1026,54	886,85	738,36	609,13
1968	553,61	654,01	786,05	895,41	929,83	1079,35	1079,35	1079,35	1060,11	952,34	795,76	692,87
1969	661,68	703,09	850,21	1079,35	1079,35	1079,35	1079,35	1079,35	1073,31	944,18	785,55	618,47
1970	588,82	673,16	700,26	777,43	881,06	916,33	1079,35	1079,35	1079,35	986,20	839,52	701,13
1971	667,95	686,25	740,15	817,14	1032,75	1079,35	1079,35	1079,35	1064,50	949,68	804,88	672,71
1972	644,91	731,45	850,82	947,65	994,57	1000,00	1050,00	1075,07	1050,00	914,61	762,34	603,64
1973	553,99	615,68	667,80	765,51	837,07	985,90	1042,70	1028,63	998,38	871,08	711,57	577,72
1974	566,89	766,77	821,12	900,00	950,75	1000,00	1079,35	1079,35	1050,00	921,70	774,96	655,56
1975	625,08	688,65	764,74	792,74	858,58	899,67	942,72	921,86	822,15	685,47	536,56	413,71
1976	493,69	653,53	846,66	964,56	1079,35	1079,35	1079,35	1079,35	1079,35	997,66	891,39	743,53
1977	817,02	867,10	984,38	1051,68	1079,35	1079,35	1079,35	1079,35	1079,35	976,76	834,37	678,23
1978	626,39	623,43	705,97	996,71	1079,35	1079,35	1079,35	1079,35	1079,35	965,04	811,48	665,66
1979	693,36	761,59	813,88	888,40	929,71	1000,00	1045,35	1050,00	1002,31	845,03	662,24	487,20
1980	539,12	624,51	732,01	868,58	878,99	976,90	1024,26	1007,65	912,76	752,26	580,06	422,43
1981	378,76	389,12	752,88	888,20	957,17	1000,00	1033,47	971,47	880,86	716,75	547,84	381,78
1982	449,91	639,43	926,76	959,69	1032,19	1079,02	1079,35	1079,35	1021,19	868,00	698,73	527,31
1983	445,97	475,96	553,47	646,53	712,01	741,37	819,03	826,78	851,34	715,78	541,84	378,22
1984	368,50	661,80	747,14	875,92	1000,00	1011,87	1079,35	1072,46	1018,55	859,84	674,57	492,60
1985	414,20	455,47	484,37	564,99	665,14	737,87	825,35	919,90	830,66	663,10	476,04	311,12
1986	295,27	382,02	435,68	470,00	520,00	520,00	667,47	557,24	444,85	303,58	126,90	40,00
1987	170,00	213,62	301,94	470,00	617,32	653,38	817,41	797,16	781,21	679,64	508,22	338,35
1988	300,00	305,44	316,51	312,58	292,30	327,77	408,02	365,20	235,69	60,42	40,00	32,76
1989	36,59	99,65	163,45	116,43	157,50	131,89	137,85	96,47	40,00	40,00	35,03	31,14
1990	47,11	128,26	216,68	263,66	251,49	313,22	335,91	294,14	185,40	40,00	25,53	31,52
1991	40,00	188,14	226,00	187,55	151,26	116,06	214,42	134,77	40,00	40,00	40,00	40,00
1992	222,83	351,25	579,97	545,29	517,01	494,18	502,35	484,59	376,14	205,74	40,00	40,00
1993	149,14	209,47	320,42	470,00	520,00	549,50	594,92	603,51	504,00	332,54	152,95	40,00
1994	70,50	221,99	298,53	412,67	481,82	520,03	520,84	469,83	335,67	165,92	40,00	35,97
1995	36,03	91,81	313,68	467,73	532,38	562,85	572,35	545,00	465,02	315,35	150,21	40,00
1996	40,00	173,73	484,65	607,03	632,97	617,41	589,34	545,00	468,02	384,69	248,82	106,71
1997	102,67	221,91	478,98	524,41	520,00	520,00	629,42	598,82	537,98	383,21	218,50	96,96
1998	137,28	175,24	225,96	256,51	253,79	300,07	360,84	418,44	284,27	120,98	40,00	40,00
1999	79,93	135,72	219,61	207,42	209,11	179,77	323,26	351,09	277,82	106,46	40,00	30,18
2000	63,22	308,60	476,64	661,55	713,09	988,89	1050,00	1040,19	928,71	768,33	587,99	410,48
2001	380,83	398,75	408,31	414,11	429,77	493,03	512,96	440,68	329,83	153,90	40,00	40,00
2002	40,00	171,49	389,36	470,00	628,48	756,35	788,80	718,06	589,60	406,05	221,94	119,75
2003	203,02	389,39	508,42	647,14	656,44	753,08	834,81	822,96	715,31	546,17	370,53	220,00
2004	211,06	241,82	278,27	307,84	286,36	302,09	350,11	282,47	133,50	40,00	24,30	10,67

- Volumen de Yesa con unas reducciones del 10%

Tabla 28. Resultados del volumen de Yesa con recrecimiento para la serie larga con una reducción del 10% debido a los efectos del Cambio Climático

Año	octubre	noviembre	diciembre	enero	febre ro	marzo	abril	mayo	junio	julio	agosto	septiembre
1959	673,80	848,73	1009,00	1079,35	1079,35	1079,35	1079,35	1079,35	1056,10	897,44	729,39	583,85
1960	849,26	1009,00	1009,00	1079,35	1079,35	1079,35	1079,35	1068,10	1028,15	861,22	685,38	536,89
1961	548,15	791,14	917,99	1070,12	1079,35	1079,35	1079,35	1050,00	968,05	802,99	617,82	443,10
1962	384,96	456,12	591,05	793,71	834,95	974,78	1079,35	1053,62	1026,02	911,98	861,94	722,52
1963	678,60	876,81	1009,00	995,68	1070,85	1079,35	1079,35	1053,14	969,81	807,64	634,94	471,58
1964	491,19	560,39	646,56	804,48	828,04	999,35	1041,88	991,28	888,04	724,75	551,63	494,13
1965	523,95	747,94	1009,00	1079,35	1079,35	1079,35	1079,35	1079,35	1050,00	915,34	751,98	584,57
1966	683,16	1003,46	1009,00	1047,84	1066,10	1079,35	1079,35	1056,08	991,64	848,14	680,49	507,20
1967	459,90	656,81	752,57	879,43	951,31	982,75	1050,00	1079,34	1020,88	878,22	727,27	594,89
1968	537,78	632,23	756,67	859,26	889,20	1079,35	1079,35	1079,35	1051,80	939,38	780,76	673,33
1969	639,76	678,32	817,05	1055,20	1079,35	1079,35	1079,35	1079,35	1064,31	931,66	771,09	602,85
1970	570,73	649,98	675,00	747,45	842,96	873,22	1050,00	1079,35	1079,35	980,76	831,50	690,41
1971	654,93	671,59	722,00	794,26	1000,00	1060,29	1079,35	1079,35	1055,96	936,87	789,42	654,26
1972	623,89	705,22	817,66	907,30	949,38	981,44	1017,78	1037,64	993,86	855,42	701,05	540,90
1973	482,36	540,22	589,02	672,49	737,72	875,68	925,37	903,45	865,81	735,29	574,32	437,95
1974	423,09	611,97	662,95	750,79	791,12	859,49	1003,68	1037,36	997,76	866,02	716,86	593,92
1975	547,58	607,24	678,73	694,49	754,29	790,19	826,86	798,54	695,14	555,80	404,92	279,08
1976	350,33	501,29	683,75	819,30	962,28	996,53	1032,23	1029,91	1050,89	963,25	852,34	702,37
1977	759,53	806,35	916,83	973,50	1079,35	1079,35	1079,35	1079,35	1074,33	966,80	821,63	663,74
1978	610,59	607,13	684,67	958,02	1079,35	1079,35	1079,35	1079,35	1079,35	960,72	804,95	656,82
1979	679,02	742,97	791,85	861,77	898,24	983,75	1004,07	998,03	942,01	782,86	599,59	423,99
1980	468,42	548,74	649,98	778,22	785,50	875,20	915,93	891,58	792,70	630,72	457,73	298,89
1981	299,08	308,39	652,45	744,01	801,80	861,73	870,93	796,38	701,72	536,57	366,92	219,85
1982	300,00	479,12	750,83	777,09	843,25	885,47	974,55	960,35	880,52	725,49	555,31	383,37
1983	300,00	328,01	400,98	484,41	543,78	564,91	634,51	633,58	648,16	510,14	335,87	191,23
1984	204,69	482,18	562,56	648,01	765,91	790,48	869,47	847,48	771,96	612,09	427,13	245,62
1985	206,73	245,55	272,58	342,26	435,55	505,85	545,00	621,36	545,00	377,02	190,72	40,00
1986	45,55	127,61	178,20	205,97	247,41	251,11	400,50	294,07	157,73	40,00	34,47	22,44
1987	143,56	184,28	267,35	423,04	544,07	574,31	725,20	697,43	673,34	567,20	394,96	224,51
1988	205,51	210,20	220,18	210,19	184,43	211,39	279,37	231,01	99,88	40,00	40,00	32,03
1989	34,87	93,99	153,80	105,02	141,09	113,63	115,20	67,74	40,00	40,00	34,18	29,38
1990	40,80	117,08	200,22	242,32	227,94	283,21	300,64	252,78	140,87	40,00	25,17	29,75
1991	40,00	179,71	214,94	173,97	136,73	100,19	189,28	105,53	40,00	40,00	40,00	40,00
1992	207,88	328,93	544,99	508,04	478,90	454,80	458,75	433,73	322,16	150,82	40,00	40,00
1993	139,92	196,46	300,95	461,00	520,00	520,00	546,07	545,54	443,54	271,16	91,20	40,00
1994	65,49	208,38	280,28	385,98	448,63	520,00	510,81	448,30	311,12	140,25	40,00	35,06
1995	34,49	86,73	296,30	438,01	520,00	520,00	544,84	528,03	422,80	270,99	104,60	40,00
1996	40,00	166,07	460,00	561,08	582,78	564,06	545,00	498,91	403,46	314,60	176,04	40,00
1997	40,00	152,47	395,46	464,34	455,47	462,88	545,00	525,09	437,27	280,88	115,19	40,00
1998	40,00	75,57	123,18	142,42	137,21	178,11	231,90	278,65	143,04	40,00	40,00	40,00
1999	70,63	122,86	201,73	187,76	186,51	155,52	287,39	305,49	227,20	54,99	40,00	29,58
2000	57,37	289,22	447,79	618,13	664,06	921,35	975,61	956,98	842,28	680,30	499,47	321,66
2001	300,00	316,48	325,02	329,59	342,19	399,10	413,70	336,38	221,91	45,72	40,00	40,00
2002	40,00	163,95	369,73	470,00	585,66	702,80	729,01	653,32	545,00	361,04	176,62	63,20
2003	170,00	345,98	458,15	552,71	558,72	644,04	717,41	697,67	586,79	416,75	240,71	91,20
2004	127,78	156,44	190,46	197,15	169,22	174,90	216,26	143,80	40,00	25,80	10,01	0,00

- Volumen de Yesa con unas reducciones del 15%

Tabla 29. Resultados del volumen de Yesa con recrecimiento para la serie larga con una reducción del 15% debido a los efectos del Cambio Climático

Año	octubre	noviembre	diciembre	enero	febrero	marzo	abril	mayo	junio	julio	agosto	septiembre
1959	668,19	832,69	1009,00	1079,35	1079,35	1079,35	1079,35	1079,35	1050,00	889,25	719,67	571,72
1960	815,95	1009,00	1009,00	1079,35	1079,35	1079,35	1079,35	1059,73	1013,13	844,61	667,72	517,02
1961	522,90	751,71	870,82	1011,95	1049,24	1079,35	1079,35	1050,00	959,45	792,69	606,98	431,48
1962	370,89	437,41	564,17	752,61	788,76	917,52	1050,00	1026,60	975,10	856,65	798,67	656,61
1963	603,60	790,18	932,94	914,87	993,57	1079,35	1079,35	1050,00	958,65	794,62	620,71	455,95
1964	469,72	534,40	615,10	762,68	782,13	940,62	976,33	919,30	812,19	647,34	473,27	408,70
1965	431,90	642,86	905,00	1060,34	1079,35	1079,35	1079,35	1079,35	1047,83	909,74	744,59	575,97
1966	663,99	965,79	1009,00	1038,42	1052,51	1079,35	1079,35	1050,00	979,20	832,80	663,64	489,51
1967	440,08	625,37	715,12	833,37	898,45	924,83	1012,53	1029,32	948,74	803,31	650,12	514,79
1968	449,38	537,99	654,91	747,22	772,78	991,00	1079,35	1079,35	1050,00	932,92	772,26	660,28
1969	618,42	654,15	784,48	1007,20	1076,08	1079,35	1079,35	1079,35	1055,31	919,14	756,66	587,26
1970	552,67	626,82	649,76	717,48	804,88	830,15	1005,78	1079,35	1079,22	975,19	823,34	679,56
1971	641,78	656,81	703,72	771,25	969,67	1014,82	1079,35	1079,35	1050,00	926,62	776,51	638,35
1972	603,13	679,25	784,75	894,18	925,87	937,34	962,58	972,08	921,09	779,66	623,24	461,68
1973	401,39	455,44	500,93	578,58	637,48	764,59	807,18	777,44	732,44	598,75	436,37	297,55
1974	300,00	477,88	525,47	593,65	626,09	683,77	815,67	838,61	791,91	657,25	506,20	380,20
1975	331,75	387,71	454,78	470,00	523,63	553,59	584,20	548,90	466,94	325,42	173,16	56,40
1976	170,00	312,22	484,09	544,60	672,14	697,76	727,41	716,69	740,86	648,15	533,53	382,26
1977	424,54	468,49	572,47	645,63	968,27	1076,74	1079,35	1079,35	1064,77	952,32	804,37	644,75
1978	590,29	586,32	658,87	914,83	1079,35	1079,35	1079,35	1079,35	1079,35	956,39	798,39	647,96
1979	664,64	724,34	769,80	835,12	866,73	944,15	958,85	943,87	881,29	720,28	536,54	360,39
1980	397,34	472,60	567,61	687,52	691,67	773,18	807,30	775,23	672,37	508,96	335,25	194,74
1981	173,56	181,91	506,34	589,71	641,38	694,70	699,18	619,93	545,00	378,77	208,45	52,94
1982	170,00	338,71	594,80	576,30	635,94	662,19	742,22	720,09	635,56	479,14	308,51	156,11
1983	137,42	163,49	231,98	294,71	344,06	362,20	425,01	421,34	427,71	287,47	113,15	40,00
1984	47,29	309,01	384,45	470,00	543,02	549,98	613,09	583,79	528,18	367,24	182,78	40,00
1985	34,90	71,28	96,44	105,63	186,29	243,60	315,55	390,02	295,01	126,79	40,00	40,00
1986	40,00	116,85	163,98	153,61	189,81	190,01	326,89	217,76	79,80	40,00	33,59	21,06
1987	131,54	169,35	247,16	391,63	520,00	525,36	663,05	627,68	595,40	484,60	311,47	159,89
1988	162,46	166,28	175,09	151,40	119,28	135,24	194,92	140,16	40,00	34,55	36,21	27,53
1989	29,58	84,76	140,61	90,09	121,17	91,88	89,08	40,00	40,00	40,00	33,31	27,60
1990	40,00	111,37	189,23	221,11	204,52	253,35	265,49	211,52	96,47	40,00	24,80	27,95
1991	40,00	171,28	203,90	160,54	122,37	84,48	164,31	76,45	40,00	40,00	40,00	40,00
1992	192,94	306,61	510,01	470,79	440,78	415,43	415,16	382,88	268,18	95,93	40,00	40,00
1993	130,71	183,45	281,48	430,07	482,97	517,97	545,00	541,57	414,40	240,94	60,42	40,00
1994	49,98	184,31	251,56	348,84	405,02	480,62	462,39	388,85	249,65	77,89	40,00	34,16
1995	32,97	81,64	278,91	408,27	495,96	520,00	528,45	493,05	383,68	229,69	62,05	40,00
1996	40,00	158,40	435,33	522,62	540,06	520,00	501,47	448,20	348,71	254,29	113,00	40,00
1997	40,00	145,56	374,39	417,18	405,80	409,42	506,53	467,70	374,81	216,61	49,76	40,00
1998	40,00	72,93	117,23	129,26	121,33	156,59	203,07	238,43	100,99	40,00	40,00	40,00
1999	65,00	113,69	187,51	171,75	167,57	134,92	255,14	263,47	180,12	40,00	28,58	17,68
2000	40,00	258,35	407,47	563,02	603,37	842,17	885,96	859,20	741,33	577,82	396,58	220,00
2001	228,90	243,91	251,40	249,37	254,57	298,37	303,25	213,21	96,11	40,00	38,84	38,00
2002	40,00	156,40	350,08	445,99	544,59	651,02	670,20	589,56	481,23	296,99	112,41	40,00
2003	116,60	282,25	387,59	471,42	484,23	541,21	604,81	577,21	487,81	316,84	140,29	40,00
2004	40,00	66,62	98,26	94,26	65,11	67,40	102,47	40,00	39,16	24,55	8,48	0,00

- Volumen de Yesa con unas reducciones del 20%

Tabla 30. Resultados del volumen de Yesa con recrecimiento para la serie larga con una reducción del 20% debido a los efectos del Cambio Climático

Año	octubre	noviembre	diciembre	enero	febre ro	marzo	abril	mayo	junio	julio	agosto	septiembre
1959	662,60	816,66	1009,00	1079,35	1079,35	1079,35	1079,35	1079,35	1050,00	887,15	716,05	565,64
1960	784,12	1009,00	1009,00	1079,35	1079,35	1079,35	1079,35	1051,36	998,09	827,98	650,05	497,11
1961	497,62	712,24	823,63	953,73	996,33	1079,35	1079,35	1048,38	953,26	784,78	598,53	422,24
1962	355,16	417,05	535,64	711,73	742,80	860,48	997,18	949,03	890,36	767,59	701,79	557,19
1963	502,02	676,99	810,70	817,19	883,17	983,59	1073,69	1049,47	949,74	783,86	608,71	442,54
1964	444,58	504,72	579,97	715,84	731,18	876,86	905,77	842,34	731,36	564,98	389,98	318,41
1965	335,03	532,98	779,06	922,44	1079,35	1079,35	1079,35	1079,35	1040,28	898,77	731,84	562,01
1966	639,80	923,10	1009,00	1033,93	1043,86	1079,35	1079,35	1050,00	967,33	818,04	647,38	472,40
1967	420,86	594,52	678,28	787,52	845,82	867,14	944,98	951,00	864,96	716,81	561,42	423,18
1968	356,36	439,15	548,57	634,19	655,40	857,41	1022,58	1050,00	1019,79	898,13	735,49	619,04
1969	571,48	604,41	726,37	926,30	998,65	1013,99	1050,00	1050,00	1025,88	886,23	721,88	551,39
1970	498,29	567,40	588,31	641,18	720,53	740,88	901,54	1033,65	1024,73	915,40	761,13	614,81
1971	558,76	572,26	615,75	668,47	852,34	918,90	986,21	987,41	947,48	820,11	667,64	526,75
1972	475,36	546,41	645,11	737,29	764,29	771,77	791,02	790,51	732,62	588,62	430,57	268,05
1973	252,47	302,89	345,18	414,72	468,14	545,65	578,46	545,00	517,55	381,04	217,67	88,38
1974	134,28	301,28	345,58	397,60	423,84	476,06	545,00	548,61	519,88	382,64	230,15	113,12
1975	131,85	184,19	246,90	235,66	279,49	303,20	328,93	292,69	184,73	41,64	40,00	40,00
1976	118,46	251,70	412,82	470,00	578,20	585,61	607,58	588,01	600,83	502,60	383,79	230,86
1977	300,00	340,84	438,13	481,54	777,39	899,82	966,95	1019,78	996,10	878,91	728,34	567,15
1978	495,44	491,08	558,72	814,16	1079,35	1079,35	1079,35	1079,35	1079,35	952,05	791,84	639,11
1979	650,29	705,72	747,76	808,48	835,25	904,59	913,68	889,75	820,61	657,76	473,57	296,89
1980	326,43	396,64	485,41	596,99	598,02	671,36	698,88	659,14	552,34	387,52	213,13	71,53
1981	97,64	104,94	409,69	470,00	520,00	530,26	543,02	477,28	377,69	210,57	40,00	38,13
1982	115,42	273,61	514,00	490,82	543,78	561,57	630,93	600,58	535,76	377,45	205,88	45,05
1983	37,12	61,20	125,14	164,04	207,53	221,34	276,22	264,02	260,54	118,00	40,00	40,00
1984	42,92	288,56	358,87	440,21	520,00	520,00	556,93	545,00	464,49	301,89	117,24	40,00
1985	34,48	68,02	91,00	94,82	167,56	217,91	281,05	341,85	242,47	73,10	40,00	38,87
1986	40,00	111,63	155,29	140,81	171,70	168,29	292,55	180,56	40,80	40,00	32,72	19,69
1987	119,53	154,43	226,97	360,23	497,12	520,00	601,66	558,71	542,93	427,39	253,28	92,99
1988	94,95	97,99	105,70	72,77	40,00	51,26	103,12	42,72	40,00	33,60	33,93	24,31
1989	25,55	76,81	128,69	76,43	102,52	71,40	64,23	40,00	40,00	39,84	32,30	25,67
1990	40,00	106,48	179,06	199,81	181,02	223,39	230,25	170,17	51,99	40,00	24,44	26,17
1991	40,00	162,85	192,85	143,36	104,26	65,05	135,63	43,72	40,00	40,00	40,00	40,00
1992	177,99	284,28	475,02	470,00	434,69	403,97	394,30	352,86	234,42	61,15	40,00	40,00
1993	121,34	170,27	261,84	398,96	445,56	474,89	507,87	494,68	364,45	190,01	40,00	40,00
1994	45,46	171,19	233,79	322,64	372,33	439,87	418,12	339,59	198,63	40,00	29,05	22,40
1995	20,50	65,66	250,66	367,69	447,05	475,09	477,83	434,25	320,55	164,55	40,00	40,00
1996	40,00	150,74	410,67	484,16	507,46	503,68	475,90	408,27	303,83	203,81	59,76	40,00
1997	40,00	138,65	353,32	388,85	374,94	374,74	461,51	415,62	318,24	158,24	40,00	40,00
1998	40,00	70,29	111,28	116,38	105,73	135,34	174,51	198,49	59,22	40,00	39,03	40,00
1999	59,38	104,52	173,32	155,77	148,65	114,35	222,93	221,47	133,09	40,00	27,99	16,50
2000	40,00	244,80	384,44	521,59	556,34	776,63	810,60	775,72	654,66	489,60	307,94	149,19
2001	170,00	183,50	189,93	181,21	178,38	210,26	210,48	116,58	40,00	33,55	31,25	29,06
2002	40,00	148,85	330,45	405,76	520,00	589,17	602,13	545,00	413,47	228,94	44,25	40,00
2003	107,54	262,75	361,20	470,00	474,18	520,00	549,68	543,23	428,74	256,68	79,47	40,00
2004	40,00	64,36	93,44	81,94	51,34	49,94	78,41	40,00	37,93	22,95	6,61	0,00

En el siguiente gráfico se muestran los resultados obtenidos en las tablas anteriores (ver figura 15). La línea azul representa el volumen de agua almacenada sin tener en cuenta los efectos del Cambio Climático, la roja representa el volumen con una reducción del 5% en las aportaciones, la amarilla el volumen con una reducción del 10%, la verde el volumen con una reducción del 15% y la naranja el volumen con unas reducciones del 20%.

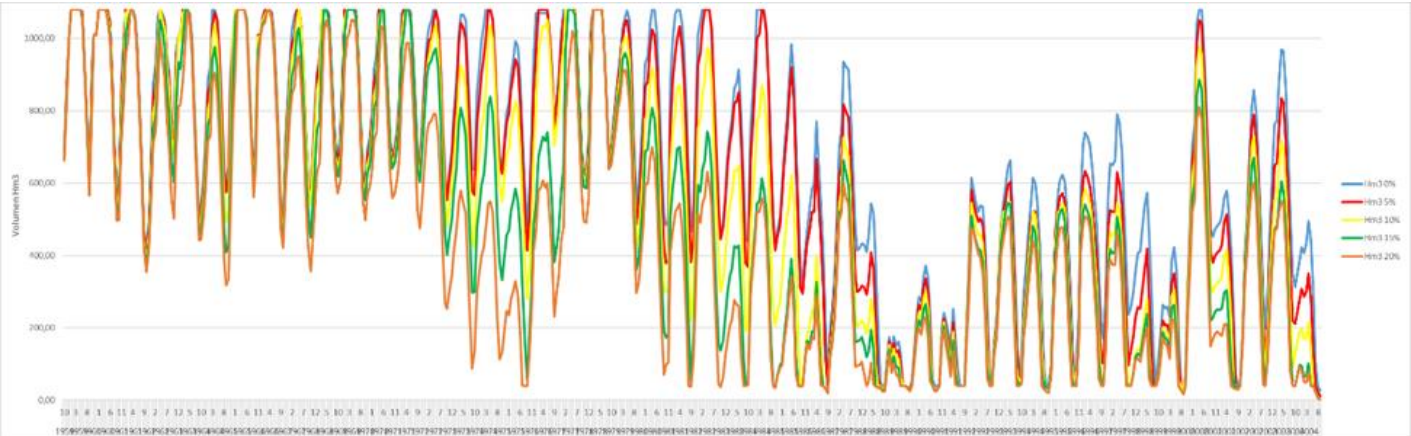


Figura 15. Gráfico de disminución del volumen mensual de Yesa con recrecimiento por los efectos del Cambio Climático desde 1959 a 2005 (Fuente: Elaboración propia)

Con el promedio mensual del volumen de Yesa para las distintas aportaciones se puede observar que el Cambio Climático produciría una reducción del volumen de Yesa del 34,76% lo que corresponde a 236,96 Hm³ de agua.

Tabla 31. Resultados del volumen mensual de Yesa con recrecimiento para la serie larga con efectos del Cambio Climático

	Porcentaje de reducción				
	0%	5%	10%	15%	20%
Volumen (Hm ³)	681,71	637,8	574,01	504,63	444,78

Una vez determinado el volumen de Yesa según la reducción de las aportaciones se han calculado las garantías de suministro de las distintas demandas.

Como puede apreciarse en la tabla de garantías de suministro para unas aportaciones y volumen sin efectos del Cambio Climático la garantía de suministro para las nueve primeras demandas se encuentra en un 80,4%. Para estas demandas al aumentar el porcentaje de reducción el porcentaje de garantía disminuye gradualmente hasta un 52,20% lo que significa que para una reducción del 20% la garantía de suministro cae un 28,2%.

Para la demanda de Bardenas Tramo I,II,III el porcentaje de garantía en su estado ideal es de 87% disminuyéndose hasta el 65,20% al aumentar los efectos del Cambio Climático, es decir, el porcentaje de garantía para esta demanda se reduce un 21,8%.

Respecto a la garantía de suministro de Zaragoza, el porcentaje en su estado inicial es del 95,7% mientras que para unas reducciones del 20% en las aportaciones y volumen del embalse de Yesa el porcentaje de garantía es del 69,60%, lo que quiere decir que la garantía de suministro para Zaragoza se reduce un 26,1%.

Tabla 32. Resultados de garantías de suministro de las distintas demandas con Yesa recrecido para la serie larga y según los efectos del Cambio Climático

Demandas	Porcentaje de reducción por cambio climático				
	0%	5%	10%	15%	20%
1-Bardenas III	80,40%	76,10%	71,70%	63%	52,20%
2-Bardenas Tramo IV					
3-Bardenas II Canal					
4-Sora I					
5-Sora II					
6-C. Pardina					
7-Abajo C. Villas					
8-Arriba C. Villas					
9-A. Navarra					
10-Bardenas Tramo I,II,III	87%	82,60%	78,30%	76,10%	65,20%
11-Zaragoza	95,70%	93,50%	84,80%	76,10%	69,60%

- Gráfico de garantías de suministro para las demandas de Bardenas III, Bardenas Tramo IV, Bardenas II Canal, Sora I, Sora II, C. Pardina, Abajo C. Villas, Arriba C. Villas, A. Navarra

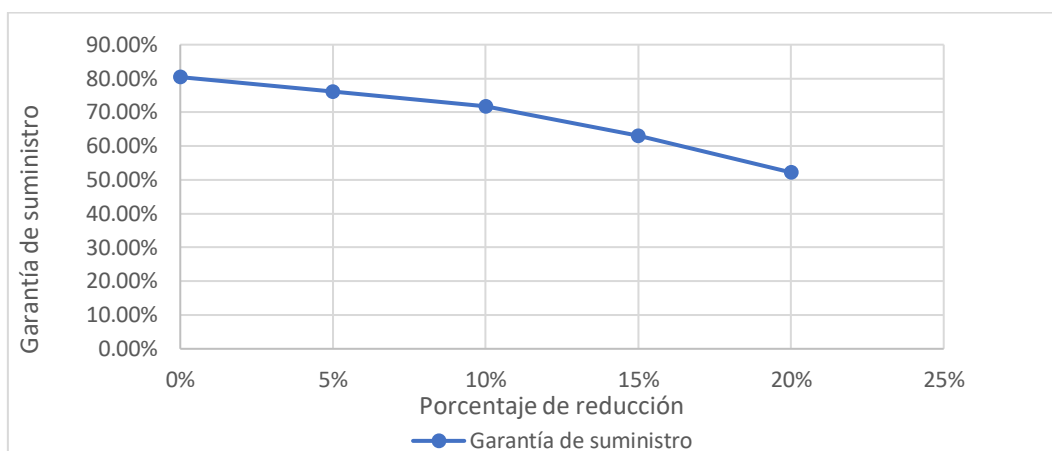


Figura 16. Gráfico de garantías de suministro para las demandas número 1-9 con Yesa recrecido y para la serie larga (Fuente: Elaboración propia)

- Gráfico de garantías de suministro para la demanda de Bardenas Tramo I,II,III

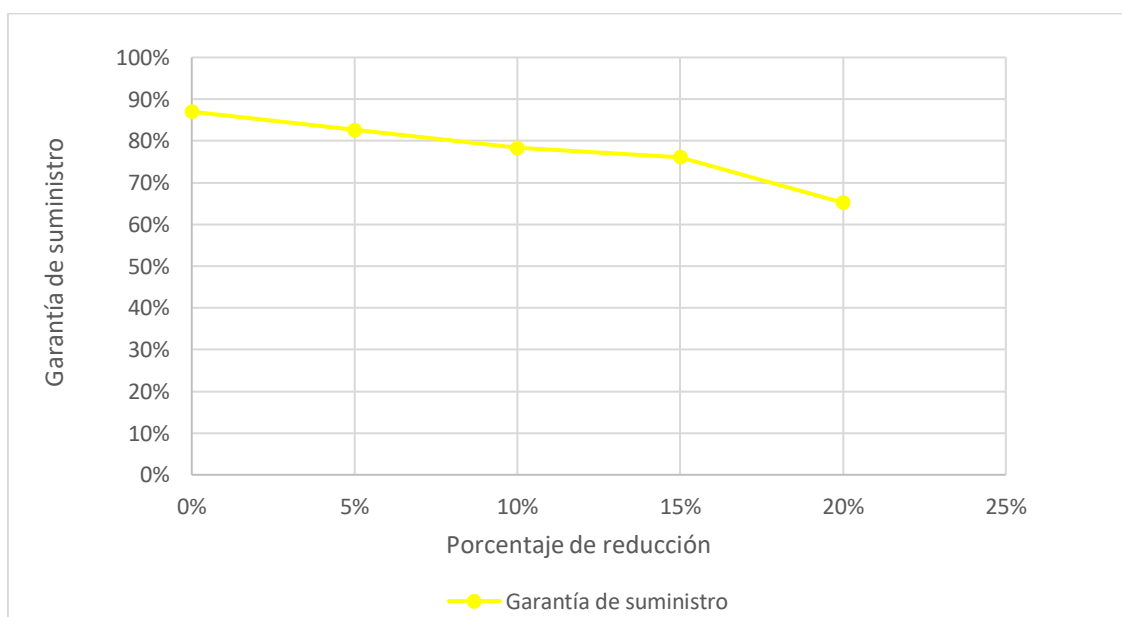


Figura 17. Gráfico de garantías de suministro para la demanda de Bardenas Tramo I,II,III con Yesa recrecido y para la serie larga (Fuente: Elaboración propia)

- Gráfico de garantías de suministro para la demanda de Zaragoza

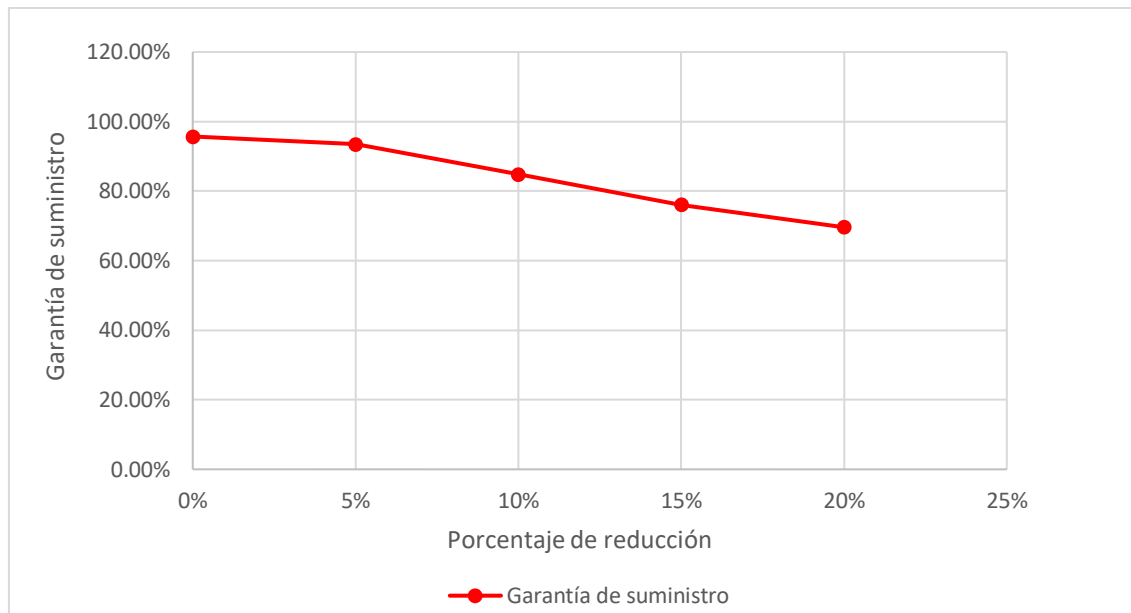


Figura 18. Gráfico de garantías de suministro para la demanda de Zaragoza con Yesa recrecido y para la serie larga (Fuente: Elaboración propia)

Serie corta (1979-2005)

A continuación, se muestran los resultados de los volúmenes de Yesa para las distintas reducciones, así como las garantías de suministro de las diferentes demandas.

- Volumen de Yesa sin efectos del Cambio Climático

Tabla 33. Resultados del volumen de Yesa con recrecimiento para la serie corta sin efectos del Cambio Climático

Año	Octubre	Noviembre	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre
1979	683,59	756,11	811,83	850,84	897,08	998,87	1030,53	1042,55	999,80	844,59	662,47	488,19
1980	547,73	638,29	752,10	897,07	910,70	1000,00	1050,00	1050,00	968,08	809,27	638,10	481,97
1981	442,36	453,83	837,31	955,16	1025,12	1079,35	1079,35	1039,26	961,72	799,04	631,23	466,12
1982	543,49	743,53	1009,00	1046,78	1079,35	1079,35	1079,35	1079,35	1026,55	875,62	707,72	537,23
1983	456,13	488,35	570,60	669,57	741,14	775,18	861,16	878,07	913,05	780,47	607,42	444,95
1984	439,43	748,74	839,15	949,53	1079,35	1079,35	1079,35	1079,35	1031,02	874,26	689,49	507,88
1985	429,85	473,93	504,99	590,86	698,92	778,60	874,89	983,16	898,34	732,04	545,15	381,23
1986	320,70	412,62	469,73	529,18	585,15	597,85	770,76	663,22	545,00	406,05	229,73	63,67
1987	204,92	251,40	344,95	511,34	695,42	750,40	934,99	922,22	914,35	817,29	646,66	477,34
1988	414,57	420,73	432,85	429,58	410,38	454,09	543,40	516,75	389,75	214,52	48,69	40,00
1989	40,00	106,99	174,76	129,60	175,67	151,91	162,26	126,98	40,00	40,00	35,90	33,15
1990	53,66	139,70	233,37	285,26	275,29	343,46	371,42	335,72	230,13	56,03	40,00	40,00
1991	43,63	200,18	240,65	214,77	179,39	145,49	253,08	177,49	86,23	40,00	40,00	40,00
1992	237,77	373,57	614,95	582,54	545,01	520,00	538,17	534,41	429,12	259,72	83,60	40,00
1993	158,35	222,48	339,89	476,92	548,25	585,95	644,39	662,09	545,00	374,55	195,48	53,34
1994	128,64	288,60	369,70	470,00	529,09	614,40	598,21	545,00	427,45	258,50	78,35	40,00
1995	40,00	99,34	333,50	470,00	572,67	608,73	623,28	602,93	526,48	378,87	214,87	77,65
1996	93,41	234,69	562,53	709,61	739,72	727,20	702,59	649,25	558,73	480,89	347,63	214,87
1997	170,13	296,14	567,28	654,16	649,57	663,07	789,70	765,80	684,47	531,23	367,39	236,52
1998	256,84	297,20	351,04	406,26	411,14	469,32	537,39	573,23	463,31	300,69	132,81	40,00
1999	116,01	175,27	264,15	253,70	258,27	230,52	385,55	423,02	354,65	184,00	40,00	30,77
2000	69,07	327,98	505,48	704,99	762,14	1040,31	1079,35	1079,35	987,80	829,11	649,36	472,29
2001	452,67	472,08	482,71	490,38	509,14	560,71	578,27	522,22	414,26	238,84	69,57	40,00
2002	41,35	180,39	410,36	502,69	674,56	813,14	857,10	791,30	665,11	481,87	297,95	198,91
2003	289,74	486,43	612,26	761,26	773,84	878,74	968,84	964,86	860,42	692,15	516,98	348,91
2004	314,02	346,84	385,68	423,32	407,44	434,83	494,90	441,97	294,38	108,90	40,00	26,56

- Volumen de Yesa con unas reducciones del 5%

Tabla 34. Resultados del volumen de Yesa con recrecimiento para la serie corta con una reducción del 5% debido a los efectos del Cambio Climático

Año	Octubre	Noviembre	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre
1979	678,07	746,31	798,62	833,02	874,39	968,08	994,11	997,16	947,84	790,73	608,11	433,24
1980	485,27	570,74	678,30	814,93	825,41	923,40	970,86	954,40	859,64	699,31	527,29	369,84
1981	326,32	336,79	700,61	835,99	905,02	975,54	989,68	920,01	829,53	665,60	496,87	331,00
1982	399,27	588,87	876,25	909,22	992,55	1028,86	1079,35	1079,35	1021,19	868,00	698,73	527,31
1983	445,97	475,96	553,47	646,53	712,01	741,37	819,03	826,78	851,34	715,78	541,84	378,22
1984	368,50	661,80	747,14	875,92	1000,00	1011,87	1079,35	1072,46	1018,55	859,84	674,57	492,60
1985	414,20	455,47	484,37	564,99	665,14	737,87	825,35	919,90	830,66	663,10	476,04	311,12
1986	295,27	382,02	435,68	470,00	520,00	520,00	667,47	557,24	444,85	303,58	126,90	40,00
1987	170,00	213,62	301,94	470,00	617,32	653,38	817,41	797,16	781,21	679,64	508,22	338,35
1988	300,00	305,44	316,51	312,58	292,30	327,77	408,02	365,20	235,69	60,42	40,00	32,76
1989	36,59	99,65	163,45	116,43	157,50	131,89	137,85	96,47	40,00	40,00	35,03	31,14
1990	47,11	128,26	216,68	263,66	251,49	313,22	335,91	294,14	185,40	40,00	25,53	31,52
1991	40,00	188,14	226,00	187,55	151,26	116,06	214,42	134,77	40,00	40,00	40,00	40,00
1992	222,83	351,25	579,97	545,29	517,01	494,18	502,35	484,59	376,14	205,74	40,00	40,00
1993	149,14	209,47	320,42	470,00	520,00	549,50	594,92	603,51	504,00	332,54	152,95	40,00
1994	70,50	221,99	298,53	412,67	481,82	520,03	520,84	469,83	335,67	165,92	40,00	35,97
1995	36,03	91,81	313,68	467,73	532,38	562,85	572,35	545,00	465,02	315,35	150,21	40,00
1996	40,00	173,73	484,65	607,03	632,97	617,41	589,34	545,00	468,02	384,69	248,82	106,71
1997	102,67	221,91	478,98	524,41	520,00	520,00	629,42	598,82	537,98	383,21	218,50	96,96
1998	137,28	175,24	225,96	256,51	253,79	300,07	360,84	418,44	284,27	120,98	40,00	40,00
1999	79,93	135,72	219,61	207,42	209,11	179,77	323,26	351,09	277,82	106,46	40,00	30,18
2000	63,22	308,60	476,64	661,55	713,09	988,89	1050,00	1040,19	928,71	768,33	587,99	410,48
2001	380,83	398,75	408,31	414,11	429,77	493,03	512,96	440,68	329,83	153,90	40,00	40,00
2002	40,00	171,49	389,36	470,00	628,48	756,35	788,80	718,06	589,60	406,05	221,94	119,75
2003	203,02	389,39	508,42	647,14	656,44	753,08	834,81	822,96	715,31	546,17	370,53	220,00
2004	211,06	241,82	278,27	307,84	286,36	302,09	350,11	282,47	133,50	40,00	24,30	10,67

- Volumen de Yesa con unas reducciones del 10%

Tabla 35. Resultados del volumen de Yesa con recrecimiento para la serie corta con una reducción del 10% debido a los efectos del Cambio Climático

Año	Octubre	Noviembre	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre
1979	672,55	736,51	785,39	815,18	851,70	937,30	957,69	951,78	895,87	736,87	553,75	378,29
1980	422,83	503,21	604,51	732,79	740,13	829,92	870,73	846,51	747,74	585,93	413,10	254,42
1981	254,74	264,14	608,26	699,87	757,72	817,73	827,02	752,60	658,07	493,08	323,64	176,76
1982	264,02	443,21	714,96	734,53	800,73	843,03	932,19	918,11	838,39	683,50	513,47	341,69
1983	299,80	327,81	400,78	470,00	520,00	528,04	594,84	594,06	608,75	470,89	296,79	152,33
1984	170,00	447,55	527,97	609,43	727,39	752,03	831,09	809,22	733,81	574,07	389,25	220,00
1985	170,00	208,89	235,98	305,71	399,08	468,82	545,00	599,79	531,39	363,47	177,25	40,00
1986	40,00	122,07	172,67	182,41	223,89	227,65	377,11	270,78	134,56	40,00	34,47	22,44
1987	143,56	184,28	267,35	423,04	544,07	574,31	725,20	697,43	673,34	567,20	394,96	224,51
1988	205,51	210,20	220,18	210,19	184,43	211,39	279,37	231,01	99,88	40,00	40,00	32,03
1989	34,87	93,99	153,80	105,02	141,09	113,63	115,20	67,74	40,00	40,00	34,18	29,38
1990	40,80	117,08	200,22	242,32	227,94	283,21	300,64	252,78	140,87	40,00	25,17	29,75
1991	40,00	179,71	214,94	173,97	136,73	100,19	189,28	105,53	40,00	40,00	40,00	40,00
1992	207,88	328,93	544,99	508,04	478,90	454,80	458,75	433,73	322,16	150,82	40,00	40,00
1993	139,92	196,46	300,95	461,00	520,00	520,00	546,07	545,54	443,54	271,16	91,20	40,00
1994	65,49	208,38	280,28	385,98	448,63	520,00	510,81	448,30	311,12	140,25	40,00	35,06
1995	34,49	86,73	296,30	438,01	520,00	520,00	544,84	528,03	422,80	270,99	104,60	40,00
1996	40,00	166,07	460,00	561,08	582,78	564,06	545,00	498,91	403,46	314,60	176,04	40,00
1997	40,00	152,47	395,46	464,34	455,47	462,88	545,00	525,09	437,27	280,88	115,19	40,00
1998	40,00	75,57	123,18	142,42	137,21	178,11	231,90	278,65	143,04	40,00	40,00	40,00
1999	70,63	122,86	201,73	187,76	186,51	155,52	287,39	305,49	227,20	54,99	40,00	29,58
2000	57,37	289,22	447,79	618,13	664,06	921,35	975,61	956,98	842,28	680,30	499,47	321,66
2001	300,00	316,48	325,02	329,59	342,19	399,10	413,70	336,38	221,91	45,72	40,00	40,00
2002	40,00	163,95	369,73	470,00	585,66	702,80	729,01	653,32	545,00	361,04	176,62	63,20
2003	170,00	345,98	458,15	552,71	558,72	644,04	717,41	697,67	586,79	416,75	240,71	91,20
2004	127,78	156,44	190,46	197,15	169,22	174,90	216,26	143,80	40,00	25,80	10,01	0,00

- Volumen de Yesa con unas reducciones del 15%

Tabla 36. Resultados del volumen de Yesa con recrecimiento para la serie corta con una reducción del 15% debido a los efectos del Cambio Climático

Año	Octubre	Noviembre	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre
1979	667,01	726,70	772,16	797,34	829,00	906,49	921,26	906,38	843,90	683,01	499,41	323,40
1980	360,47	435,79	530,84	650,79	654,99	736,57	770,76	738,81	636,05	472,79	299,24	158,89
1981	170,00	178,35	502,79	555,03	606,76	660,15	664,70	585,58	511,76	345,69	175,54	40,00
1982	142,52	311,29	567,42	548,53	608,21	631,81	710,51	688,49	604,05	447,75	277,27	125,01
1983	106,44	132,58	201,13	263,91	313,32	331,56	394,46	390,91	397,39	257,29	83,14	40,00
1984	47,29	309,01	384,45	470,00	543,02	549,98	613,09	583,79	528,18	367,24	182,78	40,00
1985	34,90	71,28	96,44	105,63	186,29	243,60	315,55	390,02	295,01	126,79	40,00	40,00
1986	40,00	116,85	163,98	153,61	189,81	190,01	326,89	217,76	79,80	40,00	33,59	21,06
1987	131,54	169,35	247,16	391,63	520,00	525,36	663,05	627,68	595,40	484,60	311,47	159,89
1988	162,46	166,28	175,09	151,40	119,28	135,24	194,92	140,16	40,00	34,55	36,21	27,53
1989	29,58	84,76	140,61	90,09	121,17	91,88	89,08	40,00	40,00	40,00	33,31	27,60
1990	40,00	111,37	189,23	221,11	204,52	253,35	265,49	211,52	96,47	40,00	24,80	27,95
1991	40,00	171,28	203,90	160,54	122,37	84,48	164,31	76,45	40,00	40,00	40,00	40,00
1992	192,94	306,61	510,01	470,79	440,78	415,43	415,16	382,88	268,18	95,93	40,00	40,00
1993	130,71	183,45	281,48	430,07	482,97	517,97	545,00	541,57	414,40	240,94	60,42	40,00
1994	49,98	184,31	251,56	348,84	405,02	480,62	462,39	388,85	249,65	77,89	40,00	34,16
1995	32,97	81,64	278,91	408,27	495,96	520,00	528,45	493,05	383,68	229,69	62,05	40,00
1996	40,00	158,40	435,33	522,62	540,06	520,00	501,47	448,20	348,71	254,29	113,00	40,00
1997	40,00	145,56	374,39	417,18	405,80	409,42	506,53	467,70	374,81	216,61	49,76	40,00
1998	40,00	72,93	117,23	129,26	121,33	156,59	203,07	238,43	100,99	40,00	40,00	40,00
1999	65,00	113,69	187,51	171,75	167,57	134,92	255,14	263,47	180,12	40,00	28,58	17,68
2000	40,00	258,35	407,47	563,02	603,37	842,17	885,96	859,20	741,33	577,82	396,58	220,00
2001	228,90	243,91	251,40	249,37	254,57	298,37	303,25	213,21	96,11	40,00	38,84	38,00
2002	40,00	156,40	350,08	445,99	544,59	651,02	670,20	589,56	481,23	296,99	112,41	40,00
2003	116,60	282,25	387,59	471,42	484,23	541,21	604,81	577,21	487,81	316,84	140,29	40,00
2004	40,00	66,62	98,26	94,26	65,11	67,40	102,47	40,00	39,16	24,55	8,48	0,00

- Volumen de Yesa con unas reducciones del 20%

Tabla 37. Resultados del volumen de Yesa con recrecimiento para la serie corta con una reducción del 20% debido a los efectos del Cambio Climático

Año	Octubre	Noviembre	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre
1979	661,49	716,90	758,93	779,51	806,31	875,70	884,84	860,99	791,93	629,17	445,09	268,52
1980	300,00	370,26	459,06	568,83	569,90	643,30	670,89	631,24	545,00	380,21	205,85	56,31
1981	76,82	84,19	388,97	470,00	516,09	520,00	532,78	466,28	366,73	199,68	40,00	38,13
1982	107,52	265,73	506,12	482,95	535,92	553,74	623,11	592,79	528,00	369,72	198,19	40,00
1983	32,10	56,20	120,15	156,61	200,11	213,94	268,85	256,68	253,23	110,74	40,00	40,00
1984	42,92	288,56	358,87	440,21	520,00	520,00	556,93	545,00	464,49	301,89	117,24	40,00
1985	34,48	68,02	91,00	94,82	167,56	217,91	281,05	341,85	242,47	73,10	40,00	38,87
1986	40,00	111,63	155,29	140,81	171,70	168,29	292,55	180,56	40,80	40,00	32,72	19,69
1987	119,53	154,43	226,97	360,23	497,12	520,00	601,66	558,71	542,93	427,39	253,28	92,99
1988	94,95	97,99	105,70	72,77	40,00	51,26	103,12	42,72	40,00	33,60	33,93	24,31
1989	25,55	76,81	128,69	76,43	102,52	71,40	64,23	40,00	40,00	39,84	32,30	25,67
1990	40,00	106,48	179,06	199,81	181,02	223,39	230,25	170,17	51,99	40,00	24,44	26,17
1991	40,00	162,85	192,85	143,36	104,26	65,05	135,63	43,72	40,00	40,00	40,00	40,00
1992	177,99	284,28	475,02	470,00	434,69	403,97	394,30	352,86	234,42	61,15	40,00	40,00
1993	121,34	170,27	261,84	398,96	445,56	474,89	507,87	494,68	364,45	190,01	40,00	40,00
1994	45,46	171,19	233,79	322,64	372,33	439,87	418,12	339,59	198,63	40,00	29,05	22,40
1995	20,50	65,66	250,66	367,69	447,05	475,09	477,83	434,25	320,55	164,55	40,00	40,00
1996	40,00	150,74	410,67	484,16	507,46	503,68	475,90	408,27	303,83	203,81	59,76	40,00
1997	40,00	138,65	353,32	388,85	374,94	374,74	461,51	415,62	318,24	158,24	40,00	40,00
1998	40,00	70,29	111,28	116,38	105,73	135,34	174,51	198,49	59,22	40,00	39,03	40,00
1999	59,38	104,52	173,32	155,77	148,65	114,35	222,93	221,47	133,09	40,00	27,99	16,50
2000	40,00	244,80	384,44	521,59	556,34	776,63	810,60	775,72	654,66	489,60	307,94	149,19
2001	170,00	183,50	189,93	181,21	178,38	210,26	210,48	116,58	40,00	33,55	31,25	29,06
2002	40,00	148,85	330,45	405,76	520,00	589,17	602,13	545,00	413,47	228,94	44,25	40,00
2003	107,54	262,75	361,20	470,00	474,18	520,00	549,68	543,23	428,74	256,68	79,47	40,00
2004	40,00	64,36	93,44	81,94	51,34	49,94	78,41	40,00	37,93	22,95	6,61	0,00

En el siguiente gráfico se muestran los resultados obtenidos en las tablas anteriores. La línea azul representa el volumen de agua almacenada sin tener en cuenta los efectos del Cambio Climático, la roja representa el volumen con una reducción del 5% en las aportaciones, la amarilla el volumen con una reducción del 10%, la verde el volumen con una reducción del 15% y la naranja el volumen con unas reducciones del 20%.

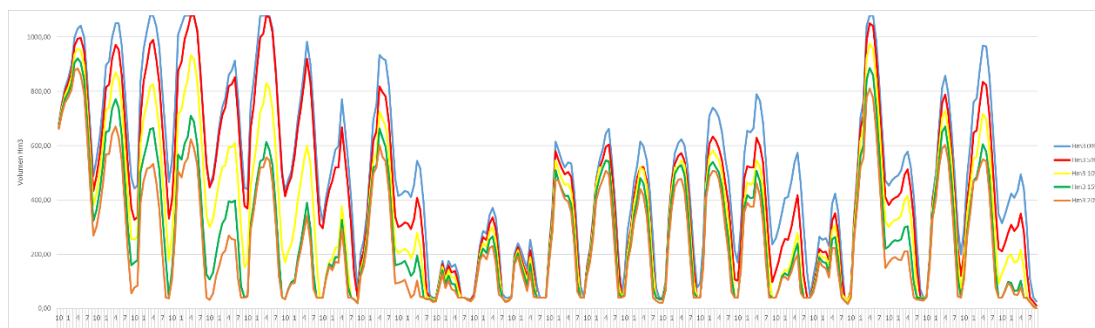


Figura 19. Gráfico de disminución del volumen mensual de Yesa sin recrecimiento por los efectos del Cambio Climático desde 1979 a 2005 (Fuente: Elaboración propia)

Al igual que con la serie larga, con el promedio del volumen de Yesa para las distintas aportaciones mensuales se puede observar que el Cambio Climático produce una reducción del volumen de Yesa del 51,12% lo que corresponde a 259,64 Hm³ de agua.

Tabla 38. Resultados del volumen mensual de Yesa con recrecimiento para la serie corta con efectos del Cambio Climático

	Porcentaje de reducción				
	0%	5%	10%	15%	20%
Volumen (Hm ³)	507,9	441,82	352,62	286,33	248,28

Al igual que para la serie larga el efecto del Cambio Climático también produce reducciones en las garantías de suministro de la serie corta. Como se puede apreciar en la tabla de garantías para las nueve primeras demandas el porcentaje inicial es de 65,40% el cual disminuye un 46,2% hasta llegar a un 19,20% para una reducción en las aportaciones y del volumen del embalse de Yesa del 20%.

La demanda de Bardenas Tramo I,II,III la cual tiene una garantía del 76,9% inicialmente pasa a 38,50% al considerar el efecto de las reducciones en las aportaciones y en el volumen de agua almacenada por lo que para esta demanda se ha producido una reducción de la garantía de suministro del 38,4%.

Para la demanda de Zaragoza el porcentaje de garantía en su estado inicial es de 92,30%, el cual disminuye hasta el 46,20% al aumentar los efectos del Cambio Climático, es decir, el porcentaje de garantía para esta demanda se reduce un 46,1%.

La disminución en las garantías de suministro es mayor en la serie corta (1979-2005) que en la serie larga (1959-2005) y más representativa ya que al despremiar los 20 años correspondientes de 1959 a 1979 se están despremiando años en los que el embalse de Yesa recibió altas aportaciones (de 400 a 500 Hm³). Estas aportaciones favorecen la disponibilidad de agua embalsada para satisfacer las necesidades de las distintas demandas, por lo que al despremiarlas se generan unos resultados de garantías de suministro en los que el efecto del Cambio Climático tiene mayor repercusión.

Tabla 39. Resultados de garantías de suministro de las distintas demandas con Yesa recrecido para la serie corta y según los efectos del Cambio Climático

Demandas	Porcentaje de reducción por cambio climático				
	0%	5%	10%	15%	20%
1-Bardenas III	65,40%	57,70%	50,00%	34,6%	19,20%
2-Bardenas Tramo IV					
3-Bardenas II Canal					
4-Sora I					
5-Sora II					
6-C. Pardina					
7-Abajo C. Villas					
8-Arriba C. Villas					
9-A. Navarra					
10-Bardenas Tramo I,II,III	76,9%	69,20%	61,50%	57,70%	38,50%
11-Zaragoza	92,30%	88,50%	73,10%	57,70%	46,20%

- Gráfico de garantías de suministro para las demandas de Bardenas III, Bardenas Tramo IV, Bardenas II Canal, Sora I, Sora II, C. Pardina, Abajo C. Villas, Arriba C. Villas, A. Navarra

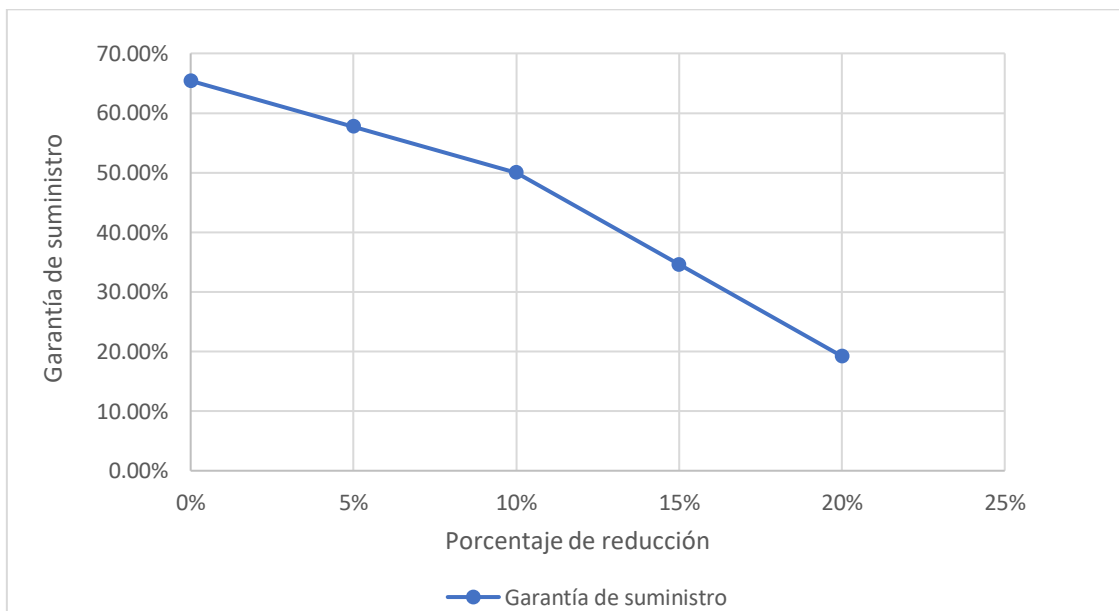


Figura 20. Gráfico de garantías de suministro para las demandas de Bardenas III, Bardenas Tramo IV, Bardenas II Canal, Sora I, Sora II, C. Pardina, Abajo C. Villas, Arriba C. Villas, A. Navarra con Yesa recrecido y para la serie corta (Fuente: Elaboración propia)

- Gráfico de garantías de suministro para la demanda de Bardenas Tramo I,II,III

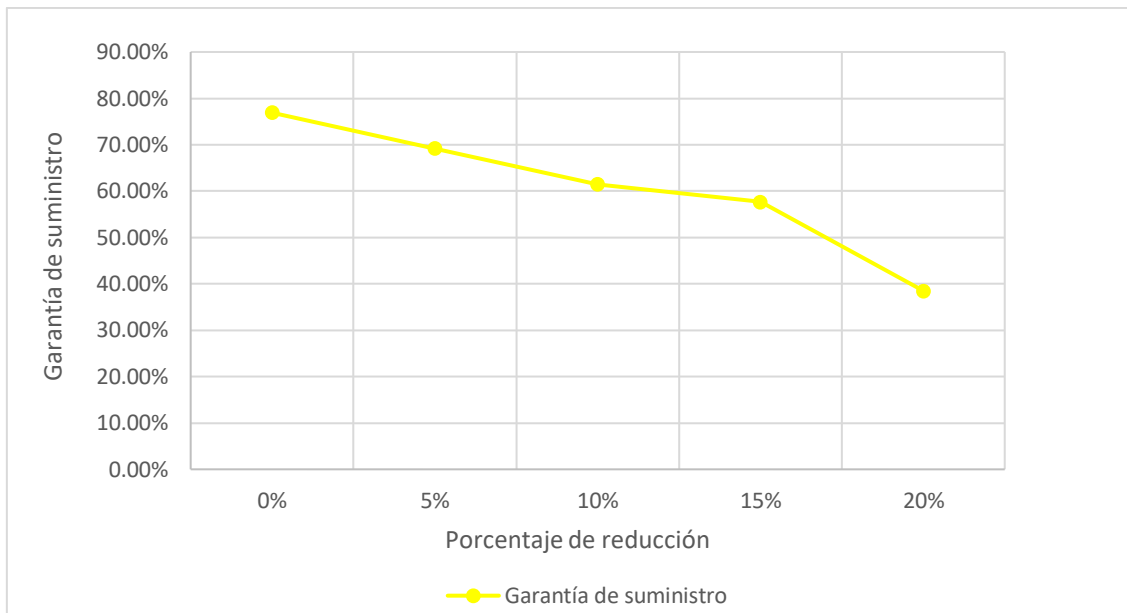


Figura 21. Gráfico de garantía de suministro para la demanda de Bardenas Tramo I,II,III con Yesa recrecido y para la serie corta (Fuente: Elaboración propia)

- Gráfico de garantías de suministro para la demanda de Zaragoza

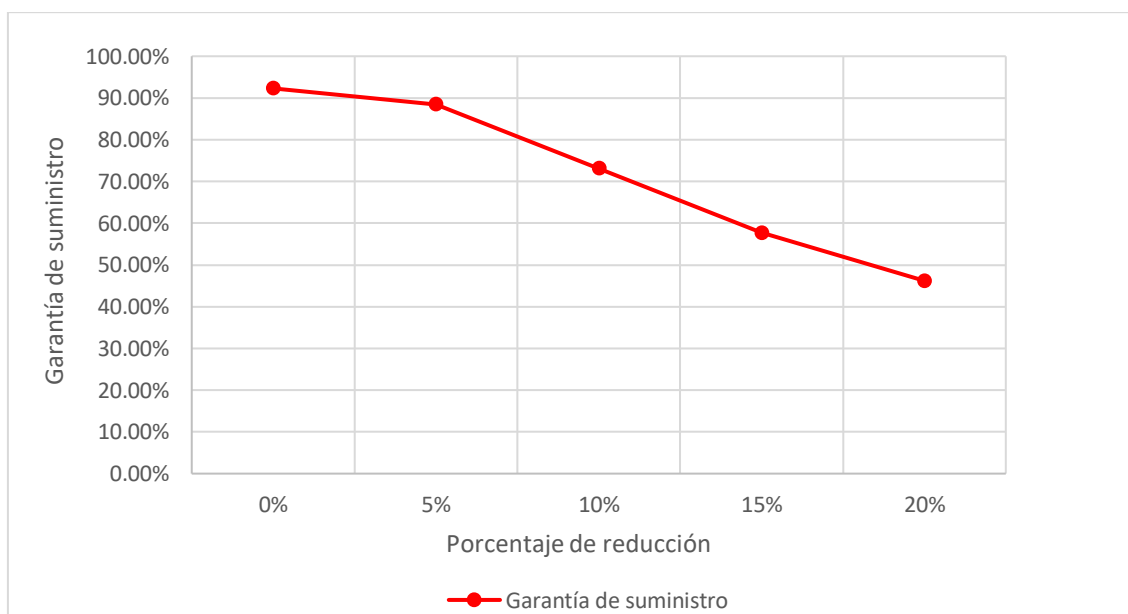


Figura 22. Gráfico de garantía de suministro para la demanda de Bardenas Tramo I,II,III con Yesa recrecido y para la serie corta (Fuente: Elaboración propia)

6.1.2 Garantías de suministro según la reducción de las aportaciones para Yesa sin recrecimiento

Serie larga (1959-2005)

A continuación, se muestran los resultados de los volúmenes de Yesa para las distintas reducciones.

- Volumen de Yesa sin efectos del Cambio Climático

Tabla 40. Resultados del volumen de Yesa sin recrecimiento para la serie larga sin efectos del Cambio Climático

Año	Octubre	Noviembre	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre
1959	319,84	488,00	488,00	488,00	488,00	488,00	488,00	488,00	488,00	335,55	172,74	64,85
1960	391,86	488,00	488,00	488,00	488,00	488,00	488,00	488,00	463,02	301,44	130,04	40,00
1961	113,47	385,61	488,00	488,00	488,00	488,00	488,00	487,34	412,05	252,60	70,93	40,00
1962	40,00	121,18	272,99	412,76	459,82	488,00	488,00	488,00	469,63	366,71	334,80	228,97
1963	253,14	475,47	488,00	432,52	488,00	488,00	488,00	488,00	407,23	251,01	83,20	40,00
1964	111,98	190,99	288,66	393,36	420,84	488,00	488,00	476,90	392,07	234,40	65,92	52,05
1965	168,29	419,18	488,00	488,00	488,00	488,00	488,00	488,00	480,83	355,04	197,40	61,06
1966	243,35	488,00	488,00	485,00	488,00	488,00	488,00	488,00	431,39	295,84	133,51	40,00
1967	40,00	260,99	369,32	437,41	488,00	488,00	488,00	488,00	442,51	307,94	164,20	66,81
1968	84,06	191,26	331,53	374,83	409,51	488,00	488,00	488,00	488,00	386,88	234,45	164,94
1969	190,41	235,47	391,59	488,00	488,00	488,00	488,00	488,00	488,00	364,45	209,94	80,92
1970	115,62	205,91	235,74	264,00	364,54	388,98	488,00	488,00	488,00	402,31	260,33	161,41
1971	184,83	205,59	263,64	270,86	488,00	488,00	488,00	488,00	488,00	379,47	239,47	142,96
1972	172,02	264,60	391,51	447,67	488,00	488,00	488,00	488,00	477,13	346,98	199,16	70,69
1973	93,80	160,25	216,43	264,00	327,49	471,43	488,00	488,00	480,27	358,45	202,81	100,30
1974	164,07	375,80	434,15	464,81	488,00	488,00	488,00	488,00	481,77	359,04	216,99	129,80
1975	158,88	227,29	308,65	264,00	327,33	368,30	419,01	407,73	313,69	182,25	40,00	40,00
1976	174,02	343,48	488,00	488,00	488,00	488,00	488,00	488,00	488,00	414,37	314,85	205,88
1977	310,89	365,05	488,00	488,00	488,00	488,00	488,00	488,00	488,00	392,37	254,94	137,35
1978	141,14	139,56	227,79	488,00	488,00	488,00	488,00	488,00	488,00	380,06	230,89	124,19
1979	211,71	284,98	341,29	345,85	387,83	486,77	488,00	488,00	463,42	310,18	130,21	40,00
1980	148,43	239,68	354,01	429,63	438,92	488,00	488,00	488,00	415,42	258,73	89,88	40,00
1981	47,20	59,49	443,52	488,00	488,00	488,00	488,00	449,43	373,65	213,27	48,00	40,00
1982	162,47	363,13	488,00	482,26	488,00	488,00	488,00	488,00	436,88	288,14	122,60	40,00
1983	33,09	66,17	149,07	190,45	258,42	264,00	317,82	336,70	373,40	242,95	72,22	40,00
1984	79,57	389,51	480,34	488,00	488,00	488,00	488,00	488,00	441,35	286,77	104,39	40,00
1985	36,10	80,99	112,67	140,95	245,38	270,11	360,10	470,11	386,83	222,58	40,00	40,00
1986	40,00	132,51	190,05	211,08	263,20	264,00	387,75	281,69	172,43	40,00	36,21	25,12
1987	182,18	228,71	322,29	454,45	488,00	488,00	488,00	488,00	488,00	392,47	223,49	82,66
1988	97,53	104,34	116,97	96,58	68,57	98,41	182,66	146,58	40,00	37,34	40,00	33,46
1989	37,94	104,93	172,70	127,44	173,52	149,77	160,13	124,85	40,00	40,00	35,86	33,08
1990	53,56	139,59	233,27	264,00	263,62	289,51	309,11	267,96	185,68	40,00	25,84	33,19
1991	47,83	204,37	244,83	218,94	183,55	149,64	257,21	181,61	90,32	40,00	40,00	40,00
1992	264,00	399,77	488,00	445,30	407,99	357,90	362,12	343,49	260,58	92,08	40,00	40,00
1993	168,32	232,43	349,82	486,84	488,00	488,00	488,00	488,00	383,47	213,80	40,00	40,00
1994	86,31	246,36	327,54	404,17	479,31	488,00	488,00	429,86	294,76	126,50	40,00	36,84
1995	37,52	96,86	331,02	457,11	488,00	488,00	488,00	488,00	395,96	248,99	85,69	40,00
1996	40,00	181,40	488,00	488,00	488,00	485,74	467,11	415,09	325,39	248,63	116,50	40,00
1997	40,00	166,29	437,62	464,13	459,83	460,61	488,00	488,00	416,27	264,18	101,64	40,00
1998	59,96	100,74	154,91	188,96	189,12	241,28	264,00	312,67	203,99	42,76	40,00	40,00
1999	96,54	155,85	244,76	234,34	238,95	211,25	306,13	337,46	267,79	97,64	40,00	30,73
2000	88,21	347,08	488,00	488,00	488,00	488,00	488,00	488,00	398,16	241,74	64,49	40,00
2001	62,45	82,65	93,91	74,74	84,83	140,02	159,80	82,29	40,00	37,21	39,58	40,00
2002	40,00	179,04	409,01	488,00	488,00	488,00	488,00	448,02	327,47	145,77	40,00	40,00
2003	148,19	345,14	471,15	488,00	488,00	488,00	488,00	488,00	401,58	235,17	62,06	40,00
2004	53,71	87,09	126,36	137,57	112,76	126,11	181,00	118,49	40,00	26,51	11,24	0,00

- Volumen de Yesa con unas reducciones del 5%

Tabla 41. Resultados del volumen de Yesa sin recrecimiento para la serie larga con una reducción del 5% debido al Cambio Climático

Año	Octubre	Noviembre	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre
1959	314,25	488,00	488,00	488,00	488,00	488,00	488,00	488,00	488,00	333,44	169,11	62,48
1960	358,75	488,00	488,00	488,00	488,00	488,00	488,00	488,00	455,87	292,68	120,25	40,00
1961	98,35	356,30	488,00	488,00	488,00	488,00	488,00	480,23	400,42	239,30	57,14	40,00
1962	40,00	116,53	260,16	386,08	428,05	488,00	488,00	488,00	461,48	354,04	314,09	199,26
1963	221,14	431,79	488,00	430,66	488,00	488,00	488,00	488,00	402,70	244,61	75,57	40,00
1964	104,97	179,44	271,63	366,50	389,87	488,00	488,00	470,31	381,44	222,00	52,37	40,00
1965	140,93	378,72	488,00	488,00	488,00	488,00	488,00	488,00	473,27	344,08	184,70	47,17
1966	219,26	488,00	488,00	480,50	488,00	488,00	488,00	488,00	422,65	284,21	120,40	40,00
1967	40,00	249,34	351,65	408,45	482,82	488,00	488,00	488,00	436,87	299,35	153,16	60,14
1968	73,43	174,69	307,37	343,91	374,13	488,00	488,00	488,00	487,30	381,52	227,04	152,66
1969	175,75	217,96	365,70	488,00	488,00	488,00	488,00	488,00	488,00	360,91	204,45	70,22
1970	102,47	187,66	215,42	264,00	331,66	351,12	488,00	488,00	488,00	396,87	252,32	150,72
1971	171,85	190,98	245,54	264,00	487,33	488,00	488,00	488,00	488,00	375,17	232,50	129,19
1972	155,69	243,05	363,03	407,83	444,99	462,07	488,00	488,00	469,76	336,43	186,36	56,32
1973	77,58	140,14	192,93	263,82	292,01	425,02	475,46	463,19	434,57	309,35	152,06	47,34
1974	108,54	309,19	364,10	388,68	429,64	488,00	488,00	488,00	474,16	347,89	203,31	112,48
1975	139,01	203,42	280,14	264,00	290,93	326,65	370,90	352,04	264,00	129,74	40,00	40,00
1976	161,41	321,82	488,00	488,00	488,00	488,00	488,00	488,00	488,00	408,33	304,11	192,97
1977	290,08	340,94	458,80	488,00	488,00	488,00	488,00	488,00	488,00	387,43	247,20	127,87
1978	130,36	128,28	211,51	454,65	488,00	488,00	488,00	488,00	488,00	375,73	224,34	115,36
1979	197,38	266,41	319,32	319,30	356,45	447,33	474,36	479,07	431,25	276,12	95,68	40,00
1980	137,05	223,15	331,18	398,42	404,51	486,39	488,00	488,00	405,46	246,96	76,96	40,00
1981	42,61	53,70	417,95	483,85	488,00	488,00	488,00	439,29	359,03	197,05	40,00	40,00
1982	154,00	344,03	488,00	477,90	488,00	488,00	488,00	488,00	431,52	280,53	113,65	40,00
1983	32,83	63,67	141,82	177,29	239,16	264,00	286,68	295,73	322,06	188,69	40,00	40,00
1984	75,21	369,05	454,74	488,00	488,00	488,00	488,00	488,00	431,50	275,00	92,14	40,00
1985	35,69	77,75	107,25	128,46	224,98	264,00	324,26	420,59	332,92	167,45	40,00	40,00
1986	40,00	127,29	181,36	196,73	243,53	250,89	352,77	264,00	138,09	40,00	35,33	23,75
1987	169,60	213,22	301,54	422,48	488,00	488,00	488,00	488,00	481,71	381,26	211,08	66,78
1988	80,21	86,11	97,55	69,64	40,39	65,78	142,01	99,95	40,00	36,37	40,00	32,50
1989	36,14	99,19	162,99	115,98	157,05	131,44	137,40	96,01	40,00	40,00	34,99	31,06
1990	47,00	128,15	216,56	263,54	251,37	264,00	274,00	255,94	148,77	40,00	25,49	31,42
1991	41,28	189,41	227,27	200,38	164,05	128,81	227,12	147,41	52,28	40,00	40,00	40,00
1992	253,20	381,57	488,00	439,01	400,78	349,37	349,30	323,33	237,16	67,57	40,00	40,00
1993	159,10	219,41	330,34	455,90	488,00	488,00	488,00	488,00	380,77	209,90	40,00	40,00
1994	81,79	233,25	309,77	377,97	446,61	488,00	485,87	421,11	284,07	114,62	40,00	35,94
1995	35,98	91,75	313,62	427,37	488,00	488,00	488,00	482,02	382,07	232,81	68,12	40,00
1996	40,00	173,73	484,64	488,00	488,00	482,49	460,94	403,21	309,32	226,79	91,74	40,00
1997	40,00	159,38	416,54	434,83	428,01	424,96	488,00	482,45	406,02	251,88	87,88	40,00
1998	56,41	94,56	145,43	175,47	172,91	219,41	264,00	289,50	178,68	40,00	40,00	40,00
1999	80,79	136,57	220,46	208,26	209,95	180,62	264,00	285,51	235,54	64,43	40,00	30,13
2000	74,14	319,49	487,51	488,00	488,00	488,00	488,00	488,00	392,85	234,57	56,58	40,00
2001	58,60	77,20	87,31	66,80	73,69	123,08	137,99	56,48	40,00	36,28	37,47	38,78
2002	40,00	171,49	389,36	464,85	488,00	488,00	488,00	442,87	319,86	137,60	40,00	40,00
2003	140,39	326,89	446,01	488,00	488,00	488,00	488,00	488,00	394,19	226,43	52,38	40,00
2004	50,29	81,42	118,14	126,48	100,21	109,86	158,12	90,85	40,00	26,11	10,55	0,00

- Volumen de Yesa con unas reducciones del 10%

Tabla 42. Resultados del volumen de Yesa sin recrecimiento para la serie larga con una reducción del 10% debido al Cambio Climático

Año	Octubre	Noviembre	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre
1959	308,66	484,12	488,00	488,00	488,00	488,00	488,00	488,00	483,30	326,68	160,84	51,46
1960	325,40	488,00	488,00	488,00	488,00	488,00	488,00	488,00	441,98	277,23	103,78	40,00
1961	92,04	335,80	463,17	488,00	488,00	488,00	488,00	473,11	388,78	225,98	43,31	36,61
1962	40,00	111,88	247,32	356,15	393,03	488,00	488,00	481,18	447,33	335,38	287,44	169,46
1963	189,06	388,03	488,00	428,79	488,00	488,00	488,00	480,70	391,17	231,24	61,02	40,00
1964	99,10	169,03	255,75	340,78	360,04	488,00	488,00	463,72	370,81	209,61	40,00	40,00
1965	115,97	340,64	488,00	488,00	488,00	488,00	488,00	488,00	465,71	333,12	171,99	40,78
1966	202,64	488,00	488,00	476,02	488,00	488,00	488,00	483,63	412,98	271,67	106,38	40,00
1967	40,00	237,70	334,00	380,59	448,17	463,61	488,00	488,00	431,23	290,74	142,12	45,98
1968	57,70	153,04	278,13	307,92	333,70	488,00	488,00	488,00	479,00	368,58	212,09	133,19
1969	153,91	193,30	332,65	488,00	488,00	488,00	488,00	488,00	488,00	357,36	198,95	59,69
1970	89,47	169,58	195,26	242,10	294,26	308,77	488,00	488,00	488,00	391,44	244,32	140,03
1971	158,86	176,37	227,45	264,00	451,51	488,00	488,00	488,00	483,16	366,07	220,75	114,13
1972	138,07	220,23	333,29	370,48	402,82	412,99	445,58	467,27	425,15	288,83	136,74	40,00
1973	40,00	98,73	148,18	195,71	257,33	340,34	383,71	363,68	327,77	199,45	40,88	40,00
1974	70,22	259,77	311,21	329,70	365,68	417,99	488,00	488,00	466,55	336,73	189,62	95,15
1975	126,64	187,04	259,11	256,37	272,73	292,78	323,14	296,71	219,79	82,68	40,00	40,00
1976	147,62	298,96	481,69	488,00	488,00	488,00	488,00	488,00	488,00	402,29	293,38	180,07
1977	269,28	316,86	427,90	471,38	488,00	488,00	488,00	488,00	488,00	382,49	239,46	115,34
1978	116,54	113,96	192,20	417,96	488,00	488,00	488,00	488,00	488,00	371,41	217,82	106,55
1979	183,08	247,85	297,36	292,75	325,09	407,92	429,38	425,23	370,93	214,04	40,00	32,38
1980	121,84	202,80	304,52	363,40	366,30	439,92	480,11	457,19	359,67	199,51	40,00	40,00
1981	40,00	49,88	394,33	450,77	488,00	488,00	488,00	432,00	345,35	181,76	40,00	40,00
1982	144,57	323,98	488,00	473,55	488,00	488,00	488,00	488,00	421,91	268,70	100,50	40,00
1983	32,57	61,16	134,59	162,26	218,02	241,28	264,00	264,00	268,91	132,66	40,00	40,00
1984	70,84	348,60	429,15	480,48	488,00	488,00	488,00	488,00	422,32	263,89	80,56	40,00
1985	35,27	74,48	101,81	117,15	205,74	264,00	290,45	372,35	280,32	113,67	40,00	40,00
1986	40,00	122,06	172,66	182,38	223,86	227,62	316,87	234,24	99,60	40,00	34,45	22,38
1987	156,24	196,94	279,99	389,73	488,00	488,00	488,00	485,62	470,91	365,56	194,21	44,19
1988	56,20	61,23	71,49	42,57	40,00	46,35	114,51	66,43	40,00	35,43	38,40	30,17
1989	32,99	92,10	151,92	103,14	139,21	111,76	113,33	65,88	40,00	40,00	34,14	29,29
1990	40,68	116,94	200,09	242,18	227,80	264,00	264,00	231,10	120,70	40,00	25,11	29,62
1991	40,00	179,70	214,94	182,49	145,24	108,65	197,72	113,92	40,00	40,00	40,00	40,00
1992	238,25	359,24	488,00	436,70	397,56	344,81	340,44	307,10	217,67	46,96	40,00	40,00
1993	149,89	206,40	310,88	424,98	483,68	488,00	488,00	488,00	378,09	206,02	40,00	40,00
1994	77,26	220,12	291,99	351,75	413,90	483,20	466,08	391,92	264,00	93,41	40,00	35,03
1995	34,43	86,66	296,23	397,64	488,00	488,00	488,00	470,59	366,00	214,47	48,39	40,00
1996	40,00	166,06	459,99	488,00	488,00	479,23	454,78	391,33	293,24	204,95	66,99	40,00
1997	40,00	152,47	395,46	405,52	396,18	389,33	488,00	457,02	367,23	211,18	45,88	40,00
1998	52,11	87,64	135,21	161,25	155,99	196,83	250,57	264,63	151,00	40,00	40,00	40,00
1999	70,62	122,85	201,71	187,74	186,49	155,50	264,00	264,00	190,60	40,00	29,12	18,77
2000	57,10	288,95	447,52	488,00	488,00	488,00	488,00	488,00	383,49	223,37	44,65	34,45
2001	47,74	64,77	73,75	51,90	55,62	99,24	109,32	40,00	40,00	35,35	35,36	35,47
2002	40,00	163,95	369,73	434,77	488,00	488,00	488,00	437,72	312,25	129,44	40,00	40,00
2003	132,60	308,66	420,89	488,00	488,00	488,00	488,00	488,00	386,53	217,43	42,43	39,95
2004	45,36	74,23	108,41	113,89	86,17	92,13	133,77	61,79	40,00	25,72	9,88	0,00

- Volumen de Yesa con unas reducciones del 15%

Tabla 43. Resultados del volumen de Yesa sin recrecimiento para la serie larga con una reducción del 15% debido al Cambio Climático

Año	Octubre	Noviembre	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre
1959	303,06	468,09	488,00	488,00	488,00	488,00	488,00	488,00	474,76	316,07	148,75	40,00
1960	292,01	488,00	488,00	488,00	488,00	488,00	488,00	487,28	434,44	268,10	93,60	40,00
1961	85,49	315,05	434,68	488,00	488,00	488,00	488,00	466,00	377,15	212,68	40,00	32,49
1962	40,00	107,22	234,48	325,50	357,30	469,98	488,00	473,61	432,44	316,00	260,08	139,40
1963	156,72	344,02	487,28	426,20	488,00	488,00	488,00	473,15	379,39	217,63	46,22	40,00
1964	93,23	158,62	239,86	315,06	330,21	472,67	488,00	443,48	346,58	183,68	40,00	40,00
1965	108,25	319,79	488,00	488,00	488,00	488,00	488,00	488,00	458,15	322,18	159,30	40,00
1966	183,95	486,46	488,00	471,52	486,61	488,00	488,00	475,93	400,00	255,82	89,07	40,00
1967	40,00	226,05	316,33	352,51	413,29	423,69	488,00	488,00	425,59	282,15	131,10	40,00
1968	42,15	131,56	249,06	272,11	293,45	488,00	488,00	488,00	470,71	355,67	197,17	113,77
1969	132,12	168,69	299,67	469,92	488,00	488,00	488,00	488,00	482,51	348,35	188,04	47,29
1970	74,63	149,65	173,26	212,40	264,00	266,14	435,54	488,00	488,00	386,00	236,31	129,35
1971	145,89	161,77	209,35	259,24	414,26	472,69	488,00	488,00	474,64	353,29	205,33	95,75
1972	124,64	201,58	307,70	337,73	365,24	364,16	390,58	402,02	352,77	213,61	59,65	40,00
1973	40,00	94,81	140,86	180,62	235,80	307,85	344,01	316,00	272,61	140,97	40,00	40,00
1974	65,89	244,24	292,18	304,53	335,48	380,69	488,00	488,00	458,95	325,58	175,95	77,85
1975	106,80	163,21	230,64	225,77	264,00	264,00	275,38	264,00	167,14	40,00	40,00	40,00
1976	138,07	280,35	452,27	488,00	488,00	488,00	488,00	488,00	488,00	396,24	282,65	167,16
1977	264,00	308,25	412,45	435,31	488,00	488,00	488,00	488,00	488,00	377,55	231,72	100,99
1978	108,38	105,29	178,53	382,08	488,00	488,00	488,00	488,00	488,00	367,08	211,27	97,71
1979	168,74	229,26	275,37	266,18	293,69	368,47	384,36	371,34	310,59	151,96	40,00	31,61
1980	113,45	189,26	284,68	335,17	334,88	400,22	433,71	402,96	301,37	139,65	40,00	40,00
1981	40,00	48,67	373,33	418,96	470,89	488,00	488,00	426,76	330,60	165,41	40,00	39,32
1982	135,42	304,20	488,00	469,19	488,00	488,00	488,00	488,00	412,94	257,50	87,97	40,00
1983	32,31	58,64	127,33	148,55	198,20	216,77	264,00	264,00	264,00	124,61	40,00	40,00
1984	47,27	308,98	384,42	427,81	488,00	488,00	488,00	483,68	412,42	252,05	68,24	40,00
1985	34,86	71,24	96,39	106,25	186,91	244,22	264,00	324,20	252,49	84,53	40,00	40,00
1986	40,00	116,84	163,97	160,13	196,31	196,49	273,14	187,68	51,27	40,00	33,56	21,00
1987	144,22	182,01	259,80	358,33	488,00	488,00	488,00	477,80	454,71	344,49	172,00	40,00
1988	40,00	44,12	53,19	40,00	40,00	40,00	81,04	40,00	40,00	34,49	36,11	27,16
1989	29,15	84,32	140,17	89,65	120,72	91,43	88,63	40,00	40,00	40,00	33,27	27,50
1990	40,00	111,36	189,22	220,96	204,38	253,21	264,00	210,64	96,12	40,00	24,75	27,83
1991	40,00	171,28	203,90	160,38	122,21	84,32	164,15	76,30	40,00	40,00	40,00	40,00
1992	223,31	336,92	488,00	434,39	394,33	340,25	331,58	290,86	198,17	40,00	33,09	40,00
1993	140,67	193,38	291,40	394,05	446,44	467,11	488,00	487,22	365,72	192,50	40,00	40,00
1994	69,17	203,45	270,67	322,01	377,67	438,94	418,32	339,19	223,22	51,62	40,00	34,12
1995	32,90	81,56	278,83	367,90	455,09	474,38	474,43	432,45	320,79	167,13	40,00	40,00
1996	40,00	158,39	435,32	488,00	488,00	475,98	448,62	379,44	277,17	183,12	42,23	40,00
1997	40,00	145,55	374,39	376,79	364,92	354,26	448,45	404,06	309,77	151,92	40,00	40,00
1998	48,78	81,69	125,96	147,99	140,01	175,20	221,62	256,90	119,37	40,00	40,00	40,00
1999	64,99	113,67	187,49	171,73	167,55	134,90	255,13	263,45	180,11	40,00	28,52	17,58
2000	40,00	258,35	407,47	488,00	488,00	488,00	488,00	487,12	377,09	215,13	40,00	29,21
2001	40,00	55,44	63,27	40,00	40,50	76,58	81,82	40,00	40,00	34,41	32,97	31,90
2002	40,00	156,39	350,08	399,64	488,00	488,00	488,00	432,57	304,64	121,28	40,00	40,00
2003	124,80	290,43	395,77	479,58	482,25	488,00	488,00	485,36	380,30	209,85	40,00	36,50
2004	40,00	66,61	98,24	99,72	70,54	72,81	107,85	40,00	39,12	24,46	8,36	0,00

- Volumen de Yesa con unas reducciones del 20%

Tabla 44. Resultados del volumen de Yesa sin recrecimiento para la serie larga con una reducción del 20% debido al Cambio Climático

Año	Octubre	Noviembre	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre
1959	297,47	452,07	488,00	488,00	488,00	488,00	488,00	488,00	466,23	305,49	136,69	40,00
1960	264,00	488,00	488,00	488,00	488,00	488,00	488,00	478,91	419,43	251,52	76,03	40,00
1961	80,08	295,44	407,34	488,00	488,00	488,00	488,00	458,89	365,52	199,36	40,00	31,68
1962	40,00	102,56	221,63	298,54	325,27	426,89	488,00	466,05	417,55	296,61	232,69	109,34
1963	124,39	300,02	434,18	371,31	432,93	488,00	488,00	465,62	367,62	204,04	40,00	40,00
1964	87,36	148,20	223,96	289,32	300,37	430,02	458,42	396,52	287,04	122,66	40,00	40,00
1965	101,35	299,74	488,00	488,00	488,00	488,00	488,00	488,00	450,60	311,23	146,61	40,00
1966	160,13	444,16	488,00	467,03	477,96	488,00	488,00	468,23	387,04	239,99	71,79	40,00
1967	40,00	214,40	298,68	324,66	378,66	384,00	461,41	469,01	384,43	238,22	84,93	40,00
1968	40,00	123,45	233,35	264,00	264,00	438,30	488,00	488,00	462,41	342,74	182,23	94,33
1969	117,82	151,55	274,14	428,96	488,00	488,00	488,00	488,00	472,28	334,62	172,41	40,00
1970	60,06	129,99	151,54	181,16	256,88	264,00	377,41	488,00	488,00	380,55	228,28	110,64
1971	124,92	139,20	183,31	228,50	368,89	419,48	480,67	483,47	445,01	319,50	169,03	57,06
1972	77,59	149,40	248,66	271,57	294,34	285,94	304,91	306,26	264,00	122,11	40,00	40,00
1973	40,00	90,88	133,53	158,74	207,51	268,60	297,60	264,00	237,67	102,60	40,00	40,00
1974	52,88	220,06	264,50	270,73	296,67	334,83	453,59	466,49	413,33	276,61	124,66	40,00
1975	44,56	97,10	159,97	148,23	192,23	216,18	242,19	206,37	98,81	40,00	40,00	40,00
1976	114,76	248,01	409,14	457,56	488,00	488,00	488,00	488,00	488,00	390,21	271,92	154,25
1977	258,24	299,17	396,52	399,27	488,00	488,00	488,00	488,00	482,41	367,05	218,44	85,67
1978	91,78	88,20	156,46	342,63	488,00	488,00	488,00	488,00	488,00	362,75	204,74	88,89
1979	154,43	210,69	253,40	264,00	279,51	333,11	339,74	317,87	264,00	103,59	40,00	30,85
1980	98,30	168,97	258,09	300,21	296,74	353,84	380,65	342,12	261,18	97,84	40,00	40,00
1981	40,00	47,46	352,32	384,68	430,34	464,07	457,35	373,76	271,52	105,01	40,00	38,10
1982	125,75	283,91	488,00	464,84	488,00	488,00	488,00	482,70	402,30	244,64	73,80	40,00
1983	32,05	56,14	120,09	135,16	178,71	192,60	247,57	235,50	232,14	89,77	40,00	40,00
1984	42,90	288,53	358,84	394,26	488,00	488,00	488,00	475,53	398,72	236,43	52,16	37,16
1985	31,62	65,16	88,14	92,74	165,48	215,84	264,00	292,29	215,93	46,72	31,97	30,85
1986	40,00	111,62	155,28	140,70	171,59	168,19	264,00	167,08	40,00	40,00	32,67	19,61
1987	119,44	154,34	226,88	314,22	450,63	469,11	488,00	470,00	438,53	323,45	149,83	40,00
1988	40,00	43,19	51,02	40,00	40,00	40,00	55,06	40,00	40,00	33,56	33,83	24,17
1989	25,36	76,61	128,48	76,22	102,31	71,18	64,01	40,00	40,00	39,81	32,22	25,53
1990	40,00	106,47	179,05	199,63	180,84	223,22	230,07	170,00	51,81	40,00	24,39	26,05
1991	40,00	162,85	192,84	143,21	104,11	64,89	135,47	43,54	40,00	40,00	40,00	40,00
1992	208,36	314,59	488,00	432,09	391,09	335,68	322,72	274,64	178,69	40,00	32,24	40,00
1993	131,46	180,37	271,92	363,11	409,20	424,22	454,82	436,03	304,38	130,27	40,00	40,00
1994	64,65	190,33	252,90	295,80	344,98	398,20	374,07	289,97	172,25	40,00	29,01	22,31
1995	20,55	65,70	250,69	327,44	406,31	420,05	415,08	365,98	264,00	108,33	40,00	40,00
1996	40,00	150,73	410,66	488,00	488,00	472,72	437,79	362,93	264,00	164,20	40,00	40,00
1997	40,00	138,64	353,31	348,45	334,06	319,59	401,17	349,75	264,00	104,32	40,00	40,00
1998	40,00	70,28	111,27	128,31	117,64	147,20	186,33	210,26	70,91	40,00	39,00	40,00
1999	59,37	104,50	173,30	155,76	148,64	114,33	222,91	221,45	133,06	40,00	27,93	16,40
2000	40,00	244,80	384,44	488,00	488,00	488,00	488,00	478,77	363,19	199,42	40,00	28,58
2001	40,00	53,82	60,50	40,00	40,00	59,89	60,28	40,00	40,00	33,49	30,86	28,61
2002	40,00	148,84	330,44	364,80	488,00	488,00	488,00	427,42	297,03	113,13	40,00	40,00
2003	117,00	272,19	370,62	444,08	443,37	488,00	488,00	477,11	368,48	196,71	40,00	35,44
2004	40,00	64,35	93,43	88,23	57,60	56,17	84,60	40,00	37,90	22,88	6,51	0,00

En el siguiente gráfico se muestran los resultados obtenidos en las tablas anteriores. La línea azul representa el volumen de agua almacenada sin tener en cuenta los efectos del Cambio Climático, la roja representa el volumen con una reducción del 5% en las aportaciones, la amarilla el volumen con una reducción del 10%, la verde el volumen con una reducción del 15% y la naranja el volumen con unas reducciones del 20%.

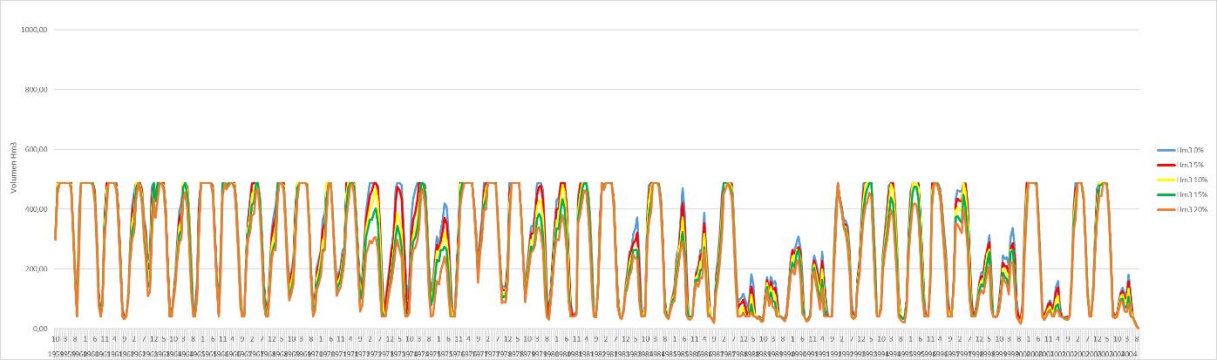


Figura 23. Gráfico de disminución del volumen mensual de Yesa sin recrecimiento por los efectos del Cambio Climático desde 1959 a 2005 (Fuente: Elaboración propia)

Con el promedio del volumen mensual de Yesa para las distintas aportaciones mensuales se puede observar que el Cambio Climático produce una reducción del volumen de Yesa del 26,2% lo que corresponde a 83,79 Hm³ de agua.

Tabla 45. Resultados del volumen de Yesa sin recrecimiento para la serie larga con efectos del Cambio Climático

	Porcentaje de reducción				
	0%	5%	10%	15%	20%
Volumen (Hm ³)	319,84	282,3	267,69	253,79	236,05

Al igual que para el escenario de Yesa con recrecimiento se han calculado las garantías de suministro para los mismos porcentajes de reducción variando las cotas del embalse, así como el volumen máximo que puede almacenar.

La demanda de Bardenas III queda satisfecha en un 45,70% sin efectos del Cambio Climático. Conforme aumentan los porcentajes de reducción en el volumen del embalse y en las aportaciones, la garantía de suministro se reduce hasta un 28,30%. La garantía de suministro de la demanda número 2 hasta la número 8 que aparecen en la tabla también tiene inicialmente un porcentaje de 45,70% pero para una reducción del 20% cae un poco más que la demanda de Bardenas III llegando hasta el 26,10%. Por lo que para la demanda de Bardenas III y las demandas número 2-8 se produce una disminución del 17,4% y del 19,6% respectivamente.

La garantía de suministro de la demanda de Sora II se reduce un 32,6% pasando de quedar satisfecha en un 58,70% a quedar satisfecha en un 26,10% debido a los efectos del Cambio Climático. La demanda de Sora II junto con la demanda de Bardenas Tramo I,II,III es la que más disminuye, para esta última demanda se produce una caída del 28,2% pasando de 73,9% a 45,70%.

La garantía de suministro menos afectada por el Cambio Climático es la correspondiente a la demanda de Zaragoza. Inicialmente se encuentra en un porcentaje de 91,3% y para una reducción de las aportaciones del 20% se encuentra en un 78,3%, es decir, se reduce un 13%.

Tabla 46. Resultados de garantías de suministro de las distintas demandas con Yesa sin recrecer para la serie larga y según los efectos del Cambio Climático

Demandas	Porcentaje de reducción por cambio climático				
	0%	5%	10%	15%	20%
1-Bardenas III	45,70%	37,00%	34,80%	30,4%	28,30%
2-Bardenas Tramo IV	45,70%	37,00%	34,80%	30,40%	26,10%
3-Bardenas II Canal					
4-Sora I					
5-C. Pardina					
6-Abajo C. Villas					
7-Arriba C. Villas					
8-A. Navarra					
9-Sora II	58,70%	50,00%	43,50%	30,4%	26,10%
10-Bardenas Tramo I,II,III	73,9%	67,40%	56,50%	54,30%	45,70%
11-Zaragoza	91,30%	89,10%	87,00%	80,40%	78,30%

- Gráfico de garantías de suministro para las demandas de Bardenas III

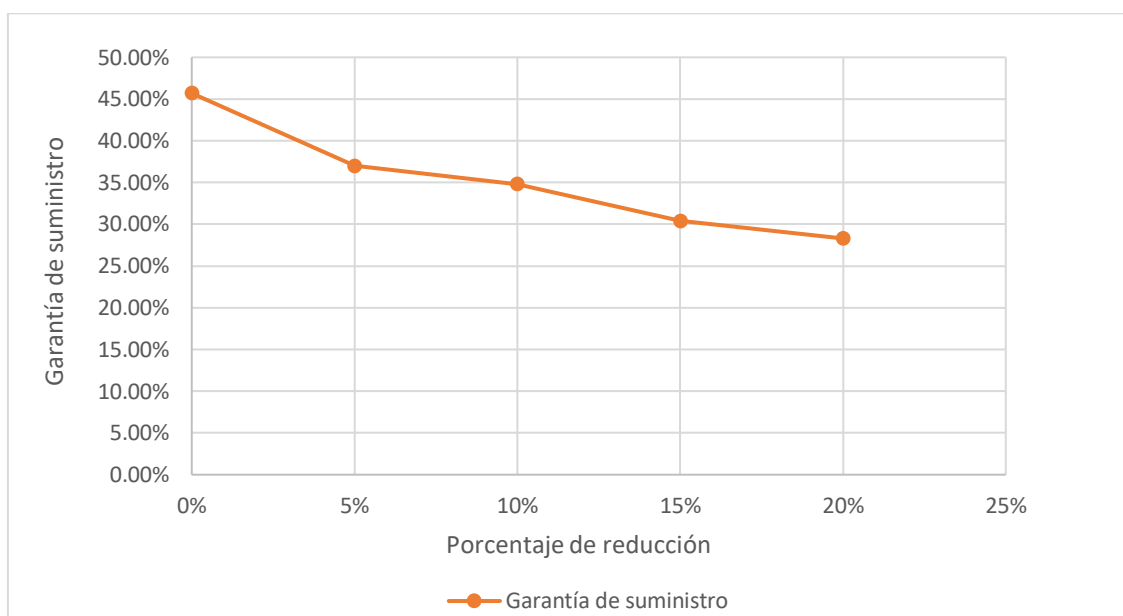


Figura 24. Gráfico de garantía de suministro para la demanda de Bardenas Tramo III con Yesa sin recrecer y para la serie larga (Fuente: Elaboración propia)

- Gráfico de garantías de suministro para las demandas de Bardenas Tramo IV, Bardenas II Canal, Sora I, C. Pardina, Abajo C. Villas, Arriba C. Villas, A. Navarra

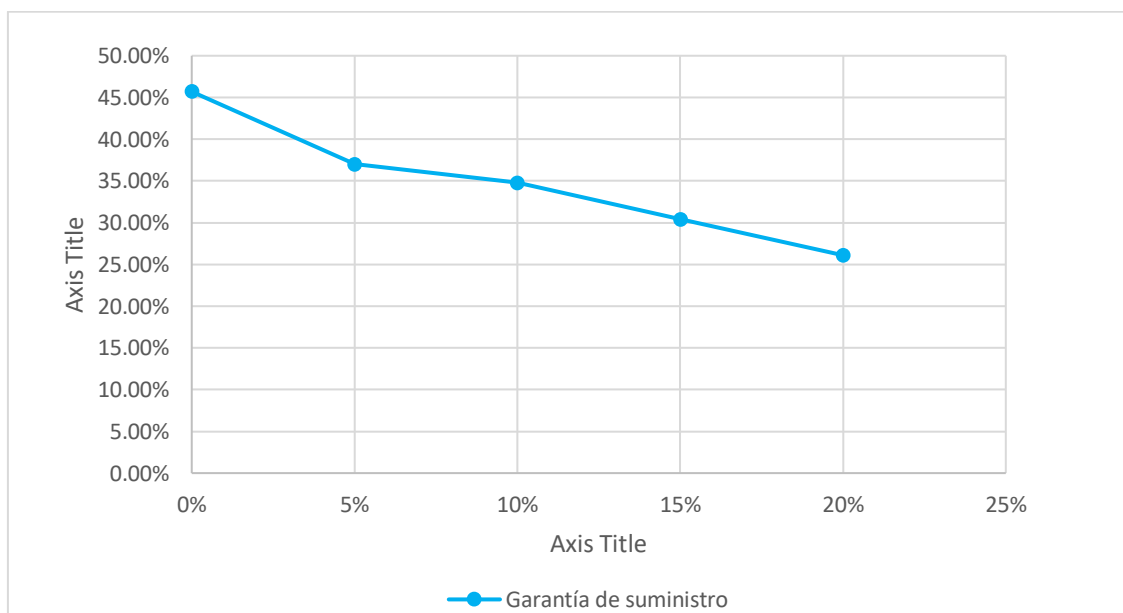


Figura 25. Gráfico de garantías de suministro para las demandas de Bardenas Tramo IV, Bardenas II Canal, Sora I, C. Pardina, Abajo C. Villas, Arriba C. Villas, A. Navarra con Yesa sin recrecer y para la serie larga (Fuente: Elaboración propia)

- Gráfico de garantías de suministro para la demanda de Sora II

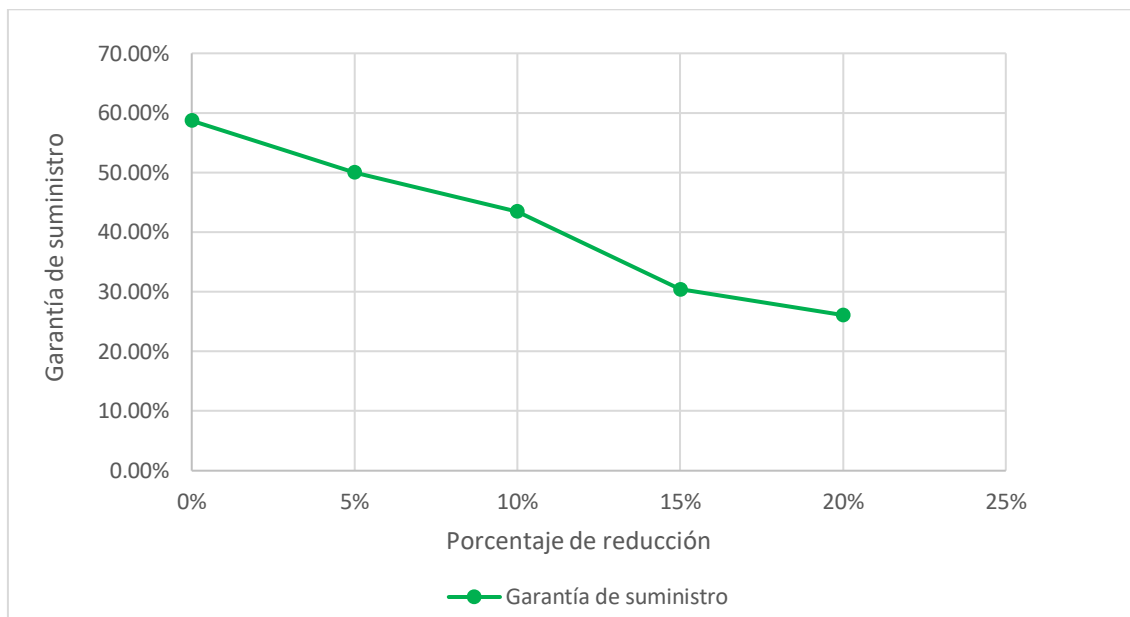


Figura 26. Gráfico de garantía de suministro para la demanda de Sora II con Yesa sin recrecer y para la serie larga (Fuente: Elaboración propia)

- Gráfico de garantías de suministro para la demanda de Bardenas Tramo I,II,III

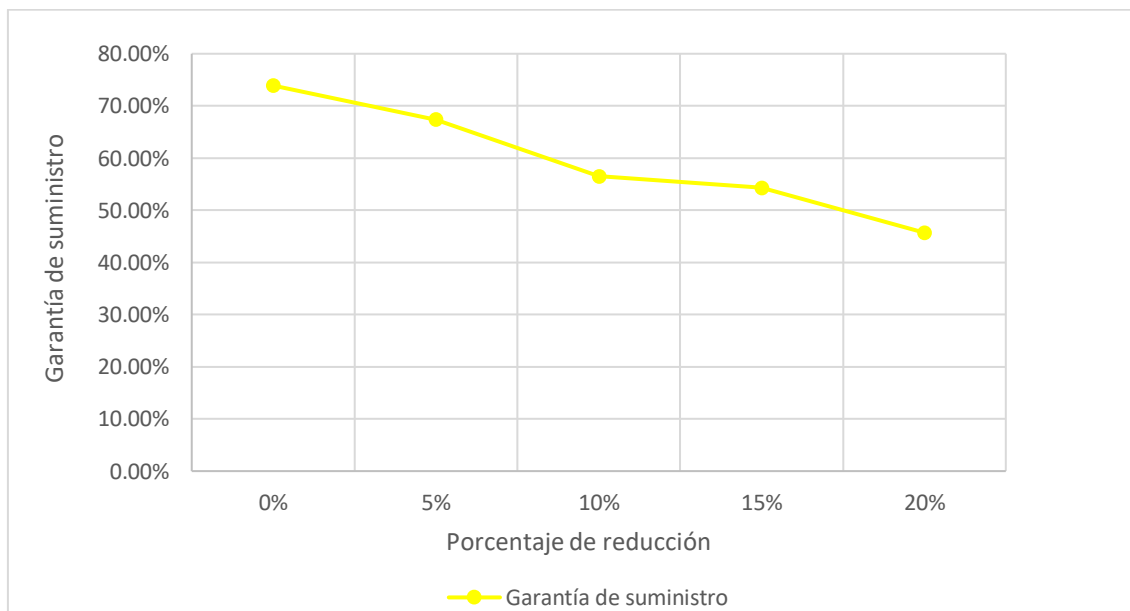


Figura 27. Gráfico de garantía de suministro para la demanda de Bardenas Tramo I,II,III con Yesa sin recrecer y para la serie larga (Fuente: Elaboración propia)

- Gráfico de garantías de suministro para la demanda de Zaragoza

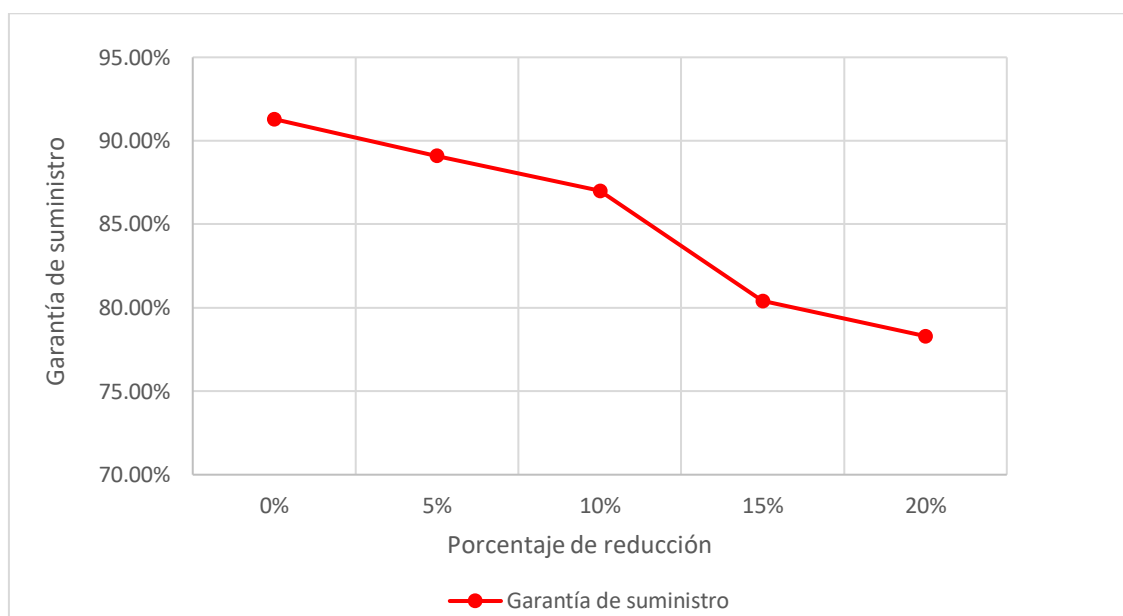


Figura 28. Gráfico de garantía de suministro para la demanda de Zaragoza con Yesa sin recrecer y para la serie larga (Fuente: Elaboración propia)

Serie corta (1979-2005)

A continuación, se muestran los resultados de los volúmenes de Yesa para las distintas reducciones y las garantías de suministro de las diferentes demandas.

- Volumen de Yesa sin efectos del Cambio Climático

Tabla 47. Resultados del volumen de Yesa sin recrecimiento para la serie corta sin efectos del Cambio Climático

Año	Octubre	Noviembre	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre
1979	318,46	391,52	447,67	463,56	488,00	488,00	488,00	488,00	463,42	310,18	130,21	40,00
1980	148,43	239,68	354,01	429,63	438,92	488,00	488,00	488,00	415,42	258,73	89,88	40,00
1981	47,20	59,49	443,52	488,00	488,00	488,00	488,00	449,43	373,65	213,27	48,00	40,00
1982	162,47	363,13	488,00	482,26	488,00	488,00	488,00	488,00	436,88	288,14	122,60	40,00
1983	33,09	66,17	149,07	190,45	258,42	264,00	317,82	336,70	373,40	242,95	72,22	40,00
1984	79,57	389,51	480,34	488,00	488,00	488,00	488,00	488,00	441,35	286,77	104,39	40,00
1985	36,10	80,99	112,67	140,95	245,38	270,11	360,10	470,11	386,83	222,58	40,00	40,00
1986	40,00	132,51	190,05	211,08	263,20	264,00	387,75	281,69	172,43	40,00	36,21	25,12
1987	182,18	228,71	322,29	454,45	488,00	488,00	488,00	488,00	488,00	392,47	223,49	82,66
1988	97,53	104,34	116,97	96,58	68,57	98,41	182,66	146,58	40,00	37,34	40,00	33,46
1989	37,94	104,93	172,70	127,44	173,52	149,77	160,13	124,85	40,00	40,00	35,86	33,08
1990	53,56	139,59	233,27	264,00	263,62	289,51	309,11	267,96	185,68	40,00	25,84	33,19
1991	47,83	204,37	244,83	218,94	183,55	149,64	257,21	181,61	90,32	40,00	40,00	40,00
1992	264,00	399,77	488,00	445,30	407,99	357,90	362,12	343,49	260,58	92,08	40,00	40,00
1993	168,32	232,43	349,82	486,84	488,00	488,00	488,00	488,00	383,47	213,80	40,00	40,00
1994	86,31	246,36	327,54	404,17	479,31	488,00	488,00	429,86	294,76	126,50	40,00	36,84
1995	37,52	96,86	331,02	457,11	488,00	488,00	488,00	488,00	395,96	248,99	85,69	40,00
1996	40,00	181,40	488,00	488,00	488,00	485,74	467,11	415,09	325,39	248,63	116,50	40,00
1997	40,00	166,29	437,62	464,13	459,83	460,61	488,00	488,00	416,27	264,18	101,64	40,00
1998	59,96	100,74	154,91	188,96	189,12	241,28	264,00	312,67	203,99	42,76	40,00	40,00
1999	96,54	155,85	244,76	234,34	238,95	211,25	306,13	337,46	267,79	97,64	40,00	30,73
2000	88,21	347,08	488,00	488,00	488,00	488,00	488,00	488,00	398,16	241,74	64,49	40,00
2001	62,45	82,65	93,91	74,74	84,83	140,02	159,80	82,29	40,00	37,21	39,58	40,00
2002	40,00	179,04	409,01	488,00	488,00	488,00	488,00	448,02	327,47	145,77	40,00	40,00
2003	148,19	345,14	471,15	488,00	488,00	488,00	488,00	488,00	401,58	235,17	62,06	40,00
2004	53,71	87,09	126,36	137,57	112,76	126,11	181,00	118,49	40,00	26,51	11,24	0,00

- Volumen de Yesa con unas reducciones del 5%

-

Tabla 48. Resultados del volumen de Yesa sin recrecimiento para la serie corta con una reducción del 5% debido al Cambio Climático

Año	Octubre	Noviembre	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre
1979	312,93	381,73	434,46	445,76	482,67	488,00	488,00	488,00	456,73	301,47	120,88	40,00
1980	140,80	226,89	334,91	402,15	408,23	488,00	488,00	488,00	405,46	246,96	76,96	40,00
1981	42,61	53,70	417,95	483,85	488,00	488,00	488,00	439,29	359,03	197,05	40,00	40,00
1982	154,00	344,03	488,00	477,90	488,00	488,00	488,00	488,00	431,52	280,53	113,65	40,00
1983	32,83	63,67	141,82	177,29	239,16	264,00	286,68	295,73	322,06	188,69	40,00	40,00
1984	75,21	369,05	454,74	488,00	488,00	488,00	488,00	488,00	431,50	275,00	92,14	40,00
1985	35,69	77,75	107,25	128,46	224,98	264,00	324,26	420,59	332,92	167,45	40,00	40,00
1986	40,00	127,29	181,36	196,73	243,53	250,89	352,77	264,00	138,09	40,00	35,33	23,75
1987	169,60	213,22	301,54	422,48	488,00	488,00	488,00	488,00	481,71	381,26	211,08	66,78
1988	80,21	86,11	97,55	69,64	40,39	65,78	142,01	99,95	40,00	36,37	40,00	32,50
1989	36,14	99,19	162,99	115,98	157,05	131,44	137,40	96,01	40,00	40,00	34,99	31,06
1990	47,00	128,15	216,56	263,54	251,37	264,00	274,00	255,94	148,77	40,00	25,49	31,42
1991	41,28	189,41	227,27	200,38	164,05	128,81	227,12	147,41	52,28	40,00	40,00	40,00
1992	253,20	381,57	488,00	439,01	400,78	349,37	349,30	323,33	237,16	67,57	40,00	40,00
1993	159,10	219,41	330,34	455,90	488,00	488,00	488,00	488,00	380,77	209,90	40,00	40,00
1994	81,79	233,25	309,77	377,97	446,61	488,00	485,87	421,11	284,07	114,62	40,00	35,94
1995	35,98	91,75	313,62	427,37	488,00	488,00	488,00	482,02	382,07	232,81	68,12	40,00
1996	40,00	173,73	484,64	488,00	488,00	482,49	460,94	403,21	309,32	226,79	91,74	40,00
1997	40,00	159,38	416,54	434,83	428,01	424,96	488,00	482,45	406,02	251,88	87,88	40,00
1998	56,41	94,56	145,43	175,47	172,91	219,41	264,00	289,50	178,68	40,00	40,00	40,00
1999	80,79	136,57	220,46	208,26	209,95	180,62	264,00	285,51	235,54	64,43	40,00	30,13
2000	74,14	319,49	487,51	488,00	488,00	488,00	488,00	488,00	392,85	234,57	56,58	40,00
2001	58,60	77,20	87,31	66,80	73,69	123,08	137,99	56,48	40,00	36,28	37,47	38,78
2002	40,00	171,49	389,36	464,85	488,00	488,00	488,00	442,87	319,86	137,60	40,00	40,00
2003	140,39	326,89	446,01	488,00	488,00	488,00	488,00	488,00	394,19	226,43	52,38	40,00
2004	50,29	81,42	118,14	126,48	100,21	109,86	158,12	90,85	40,00	26,11	10,55	0,00

- Volumen de Yesa con unas reducciones del 10%

Tabla 49. Resultados del volumen de Yesa sin recrecimiento para la serie corta con una reducción del 10% debido al Cambio Climático

Año	Octubre	Noviembre	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre
1979	307,41	371,94	421,25	427,94	460,01	488,00	488,00	488,00	450,05	292,77	111,55	40,00
1980	133,18	214,12	315,82	374,68	377,56	451,15	488,00	468,34	370,77	210,56	40,00	40,00
1981	40,00	49,88	394,33	450,77	488,00	488,00	488,00	432,00	345,35	181,76	40,00	40,00
1982	144,57	323,98	488,00	473,55	488,00	488,00	488,00	488,00	421,91	268,70	100,50	40,00
1983	32,57	61,16	134,59	162,26	218,02	241,28	264,00	264,00	268,91	132,66	40,00	40,00
1984	70,84	348,60	429,15	480,48	488,00	488,00	488,00	488,00	422,32	263,89	80,56	40,00
1985	35,27	74,48	101,81	117,15	205,74	264,00	290,45	372,35	280,32	113,67	40,00	40,00
1986	40,00	122,06	172,66	182,38	223,86	227,62	316,87	234,24	99,60	40,00	34,45	22,38
1987	156,24	196,94	279,99	389,73	488,00	488,00	488,00	485,62	470,91	365,56	194,21	44,19
1988	56,20	61,23	71,49	42,57	40,00	46,35	114,51	66,43	40,00	35,43	38,40	30,17
1989	32,99	92,10	151,92	103,14	139,21	111,76	113,33	65,88	40,00	40,00	34,14	29,29
1990	40,68	116,94	200,09	242,18	227,80	264,00	264,00	231,10	120,70	40,00	25,11	29,62
1991	40,00	179,70	214,94	182,49	145,24	108,65	197,72	113,92	40,00	40,00	40,00	40,00
1992	238,25	359,24	488,00	436,70	397,56	344,81	340,44	307,10	217,67	46,96	40,00	40,00
1993	149,89	206,40	310,88	424,98	483,68	488,00	488,00	488,00	378,09	206,02	40,00	40,00
1994	77,26	220,12	291,99	351,75	413,90	488,20	466,08	391,92	264,00	93,41	40,00	35,03
1995	34,43	86,66	296,23	397,64	488,00	488,00	488,00	470,59	366,00	214,47	48,39	40,00
1996	40,00	166,06	459,99	488,00	488,00	479,23	454,78	391,33	293,24	204,95	66,99	40,00
1997	40,00	152,47	395,46	405,52	396,18	389,33	488,00	457,02	367,23	211,18	45,88	40,00
1998	52,11	87,64	135,21	161,25	155,99	196,83	250,57	264,63	151,00	40,00	40,00	40,00
1999	70,62	122,85	201,71	187,74	186,49	155,50	264,00	264,00	190,60	40,00	29,12	18,77
2000	57,10	288,95	447,52	488,00	488,00	488,00	488,00	488,00	383,49	223,37	44,65	34,45
2001	47,74	64,77	73,75	51,90	55,62	99,24	109,32	40,00	40,00	35,35	35,36	35,47
2002	40,00	163,95	369,73	434,77	488,00	488,00	488,00	437,72	312,25	129,44	40,00	40,00
2003	132,60	308,66	420,89	488,00	488,00	488,00	488,00	488,00	386,53	217,43	42,43	39,95
2004	45,36	74,23	108,41	113,89	86,17	92,13	133,77	61,79	40,00	25,72	9,88	0,00

- Volumen de Yesa con unas reducciones del 15%

Tabla 50. Resultados del volumen de Yesa sin recrecimiento para la serie corta con una reducción del 15% debido al Cambio Climático

Año	Octubre	Noviembre	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre
1979	301,88	362,14	408,04	410,12	437,34	488,00	488,00	488,00	438,99	279,71	97,90	40,00
1980	124,16	199,95	295,35	345,82	345,50	410,82	444,28	413,49	311,85	150,08	40,00	40,00
1981	40,00	48,67	373,33	418,96	470,89	488,00	488,00	426,76	330,60	165,41	40,00	39,32
1982	135,42	304,20	488,00	469,19	488,00	488,00	488,00	488,00	412,94	257,50	87,97	40,00
1983	32,31	58,64	127,33	148,55	198,20	216,77	264,00	264,00	264,00	124,61	40,00	40,00
1984	47,27	308,98	384,42	427,81	488,00	488,00	488,00	483,68	412,42	252,05	68,24	40,00
1985	34,86	71,24	96,39	106,25	186,91	244,22	264,00	324,20	252,49	84,53	40,00	40,00
1986	40,00	116,84	163,97	160,13	196,31	196,49	273,14	187,68	51,27	40,00	33,56	21,00
1987	144,22	182,01	259,80	358,33	488,00	488,00	488,00	477,80	454,71	344,49	172,00	40,00
1988	40,00	44,12	53,19	40,00	40,00	40,00	81,04	40,00	40,00	34,49	36,11	27,16
1989	29,15	84,32	140,17	89,65	120,72	91,43	88,63	40,00	40,00	40,00	33,27	27,50
1990	40,00	111,36	189,22	220,96	204,38	253,21	264,00	210,64	96,12	40,00	24,75	27,83
1991	40,00	171,28	203,90	160,38	122,21	84,32	164,15	76,30	40,00	40,00	40,00	40,00
1992	223,31	336,92	488,00	434,39	394,33	340,25	331,58	290,86	198,17	40,00	33,09	40,00
1993	140,67	193,38	291,40	394,05	446,44	467,11	488,00	487,22	365,72	192,50	40,00	40,00
1994	69,17	203,45	270,67	322,01	377,67	438,94	418,32	339,19	223,22	51,62	40,00	34,12
1995	32,90	81,56	278,83	367,90	455,09	474,38	474,43	432,45	320,79	167,13	40,00	40,00
1996	40,00	158,39	435,32	488,00	488,00	475,98	448,62	379,44	277,17	183,12	42,23	40,00
1997	40,00	145,55	374,39	376,79	364,92	354,26	448,45	404,06	309,77	151,92	40,00	40,00
1998	48,78	81,69	125,96	147,99	140,01	175,20	221,62	256,90	119,37	40,00	40,00	40,00
1999	64,99	113,67	187,49	171,73	167,55	134,90	255,13	263,45	180,11	40,00	28,52	17,58
2000	40,00	258,35	407,47	488,00	488,00	488,00	488,00	487,12	377,09	215,13	40,00	29,21
2001	40,00	55,44	63,27	40,00	40,50	76,58	81,82	40,00	40,00	34,41	32,97	31,90
2002	40,00	156,39	350,08	399,64	488,00	488,00	488,00	432,57	304,64	121,28	40,00	40,00
2003	124,80	290,43	395,77	479,58	482,25	488,00	488,00	485,36	380,30	209,85	40,00	36,50
2004	40,00	66,61	98,24	99,72	70,54	72,81	107,85	40,00	39,12	24,46	8,36	0,00

- Volumen de Yesa con unas reducciones del 20%

Tabla 51. Resultados del volumen de Yesa sin recrecimiento para la serie corta con una reducción del 20% debido al Cambio Climático

Año	Octubre	Noviembre	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre
1979	296,36	352,34	394,82	392,31	414,68	481,01	488,00	468,36	400,51	239,37	57,12	40,00
1980	114,19	184,83	273,92	316,02	312,51	369,57	396,33	357,73	264,00	100,64	40,00	40,00
1981	40,00	47,46	352,32	385,64	431,30	465,03	459,89	376,28	274,04	107,51	40,00	38,10
1982	125,75	283,91	488,00	464,84	488,00	488,00	488,00	482,70	402,30	244,64	73,80	40,00
1983	32,05	56,14	120,09	135,16	178,71	192,60	247,57	235,50	232,14	89,77	40,00	40,00
1984	42,90	288,53	358,84	394,26	488,00	488,00	488,00	475,53	398,72	236,43	52,16	37,16
1985	31,62	65,16	88,14	92,74	165,48	215,84	264,00	292,29	215,93	46,72	31,97	30,85
1986	40,00	111,62	155,28	140,70	171,59	168,19	264,00	167,08	40,00	40,00	32,67	19,61
1987	119,44	154,34	226,88	314,22	450,63	469,11	488,00	470,00	438,53	323,45	149,83	40,00
1988	40,00	43,19	51,02	40,00	40,00	40,00	55,06	40,00	40,00	33,56	33,83	24,17
1989	25,36	76,61	128,48	76,22	102,31	71,18	64,01	40,00	40,00	39,81	32,22	25,53
1990	40,00	106,47	179,05	199,63	180,84	223,22	230,07	170,00	51,81	40,00	24,39	26,05
1991	40,00	162,85	192,84	143,21	104,11	64,89	135,47	43,54	40,00	40,00	40,00	40,00
1992	208,36	314,59	488,00	432,09	391,09	335,68	322,72	274,64	178,69	40,00	32,24	40,00
1993	131,46	180,37	271,92	363,11	409,20	424,22	454,82	436,03	304,38	130,27	40,00	40,00
1994	64,65	190,33	252,90	295,80	344,98	398,20	374,07	289,97	172,25	40,00	29,01	22,31
1995	20,55	65,70	250,69	327,44	406,31	420,05	415,08	365,98	264,00	108,33	40,00	40,00
1996	40,00	150,73	410,66	488,00	488,00	472,72	437,79	362,93	264,00	164,20	40,00	40,00
1997	40,00	138,64	353,31	348,45	334,06	319,59	401,17	349,75	264,00	104,32	40,00	40,00
1998	40,00	70,28	111,27	128,31	117,64	147,20	186,33	210,26	70,91	40,00	39,00	40,00
1999	59,37	104,50	173,30	155,76	148,64	114,33	222,91	221,45	133,06	40,00	27,93	16,40
2000	40,00	244,80	384,44	488,00	488,00	488,00	488,00	478,77	363,19	199,42	40,00	28,58
2001	40,00	53,82	60,50	40,00	40,00	59,89	60,28	40,00	40,00	33,49	30,86	28,61
2002	40,00	148,84	330,44	364,80	488,00	488,00	488,00	427,42	297,03	113,13	40,00	40,00
2003	117,00	272,19	370,62	444,08	443,37	488,00	488,00	477,11	368,48	196,71	40,00	35,44
2004	40,00	64,35	93,43	88,23	57,60	56,17	84,60	40,00	37,90	22,88	6,51	0,00

En el siguiente gráfico se muestran los resultados obtenidos en las tablas anteriores. La línea azul representa el volumen de agua almacenada sin tener en cuenta los efectos del Cambio Climático, la roja representa el volumen con una reducción del 5% en las aportaciones, la amarilla el volumen con una reducción del 10%, la verde el volumen con una reducción del 15% y la naranja el volumen con unas reducciones del 20%.

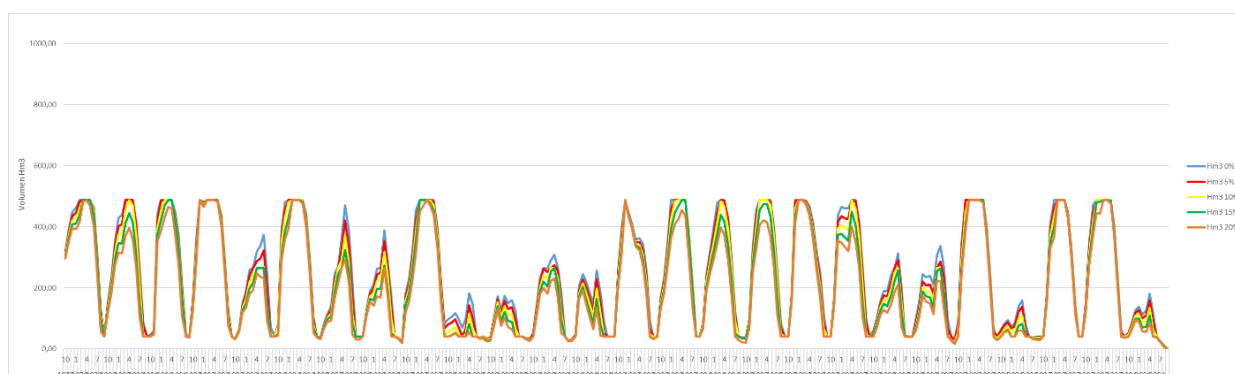


Figura 29. Gráfico de disminución del volumen mensual de Yesa sin recrecimiento por los efectos del Cambio Climático desde 1979 a 2005 (Fuente: Elaboración propia)

Con el promedio del volumen de Yesa para las distintas aportaciones mensuales se puede observar que el Cambio Climático produce una reducción del volumen de Yesa del 20,9% lo que corresponde a 52,1 Hm³ de agua.

Tabla 52. Resultados del volumen mensual de Yesa sin recrecimiento para la serie corta con efectos del Cambio Climático

	Porcentaje de reducción				
	0%	5%	10%	15%	20%
Volumen (Hm ³)	249,26	238,11	225,85	212,68	197,11

Una vez calculados los volúmenes de Yesa para las distintas reducciones por el Cambio Climático se han determinado las garantías de suministro.

Como se puede apreciar en la tabla de garantías para las ocho primeras demandas el porcentaje inicial es de 15,40% el cual disminuye hasta 3,80% en cuanto empieza a darse efectos de reducción de las aportaciones y en el volumen del embalse y sigue constante hasta una reducción del 20%. Para estas demandas se produce una disminución de las garantías de suministro del 11,6%.

La garantía de suministro de Sora II también cae hasta el 3,80% para unas reducciones del 20% pero lo hace gradualmente comenzando en un porcentaje de 34,60%, es decir, para esta demanda la garantía de suministro se reduce un 30,8%. Junto con la garantía de la demanda de Bardenas Tramo I,II,III es la que más se reduce, esa última tiene una garantía inicial de 53,80% y teniendo en cuenta los efectos del Cambio Climático se reduce hasta 15,40%, lo que quiere decir que ha disminuido un 38,4%.

Para la demanda de Zaragoza el porcentaje de garantía en su estado inicial es de 84,60%, el cual disminuye hasta el 61,50% al aumentar los efectos del Cambio Climático, es decir, el porcentaje de garantía para esta demanda se reduce un 23,1%.

Tabla 53. Resultados de garantías de suministro de las distintas demandas con Yesa sin recrecer para la serie corta y según los efectos del Cambio Climático

Demandas	Porcentaje de reducción por cambio climático				
	0%	5%	10%	15%	20%
1-Bardenas III	15,40%	3,80%	3,80%	3,80%	3,80%
2-Bardenas Tramo IV					
3-Bardenas II Canal					
4-Sora I					
5-C. Pardina					
6-Abajo C. Villas					
7-Arriba C. Villas					
8-A. Navarra					
9-Sora II	34,60%	26,90%	23,10%	7,70%	3,80%
10-Bardenas Tramo I,II,III	53,80%	42,30%	30,80%	30,80%	15,40%
11-Zaragoza	84,60%	80,80%	76,90%	65,40%	61,50%

- Gráfico de garantías de suministro para las demandas de Bardenas III, Bardenas Tramo IV, Bardenas II Canal, Sora I, C. Pardina, Abajo C. Villas, Arriba C. Villas, A. Navarra

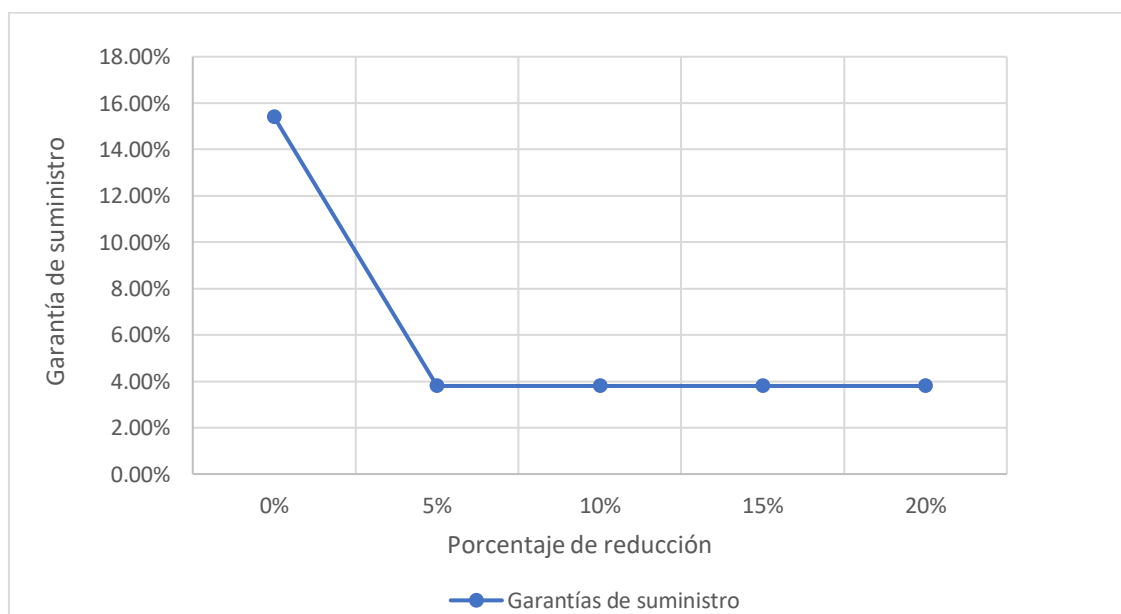


Figura 30. Gráfico de garantías de suministro para las demandas de Bardenas III, Bardenas Tramo IV, Bardenas II Canal, Sora I, C. Pardina, Abajo C. Villas, Arriba C. Villas, A. Navarra con Yesa sin recrecer y para la serie corta (Fuente: Elaboración propia)

- Gráfico de garantías de suministro para la demanda de Sora II

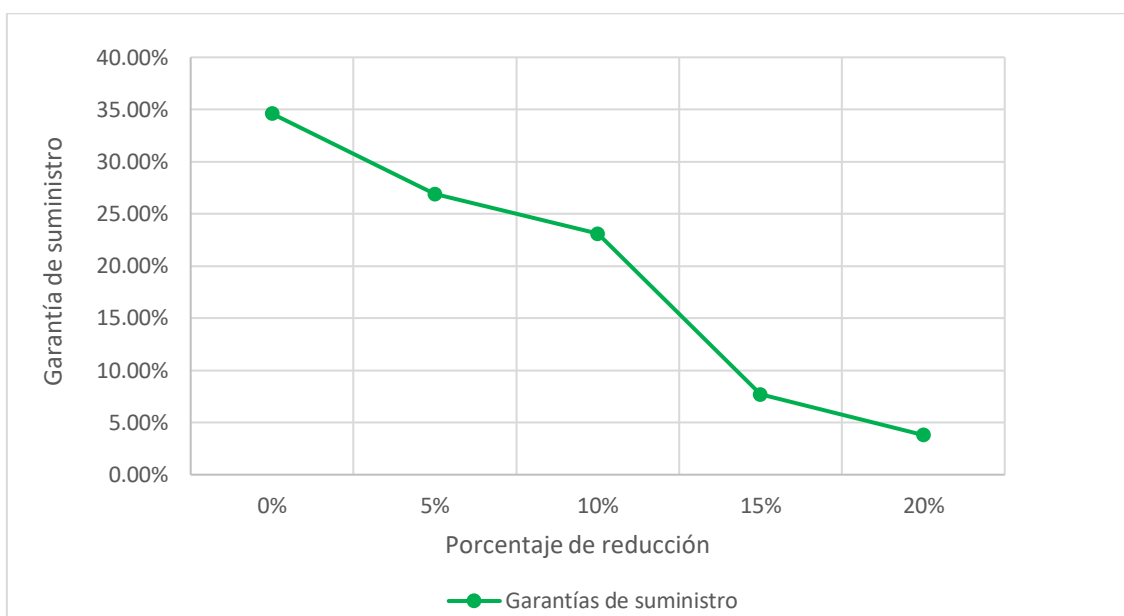


Figura 31. Gráfico de garantía de suministro para la demanda de Sora II con Yesa sin recrecer y para la serie corta (Fuente: Elaboración propia)

- Gráfico de garantías de suministro para la demanda de Bardenas Tramo I,II,III

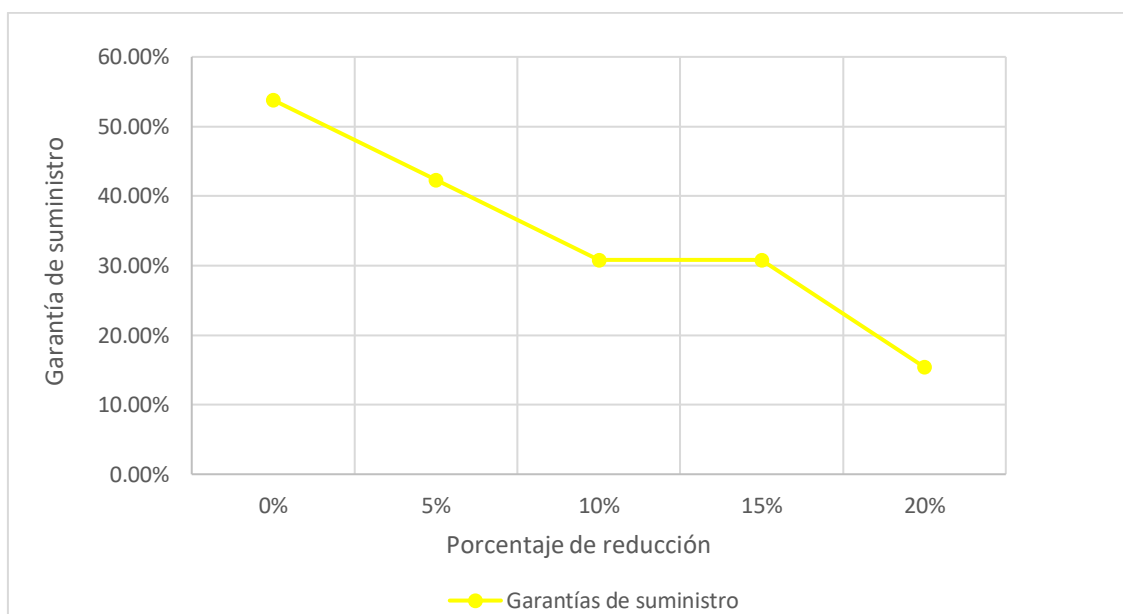


Figura 32. Gráfico de garantía de suministro para la demanda de Bardenas Tramo I,II,III con Yesa sin recrecer y para la serie corta (Fuente: Elaboración propia)

- Gráfico de garantías de suministro para la demanda de Zaragoza

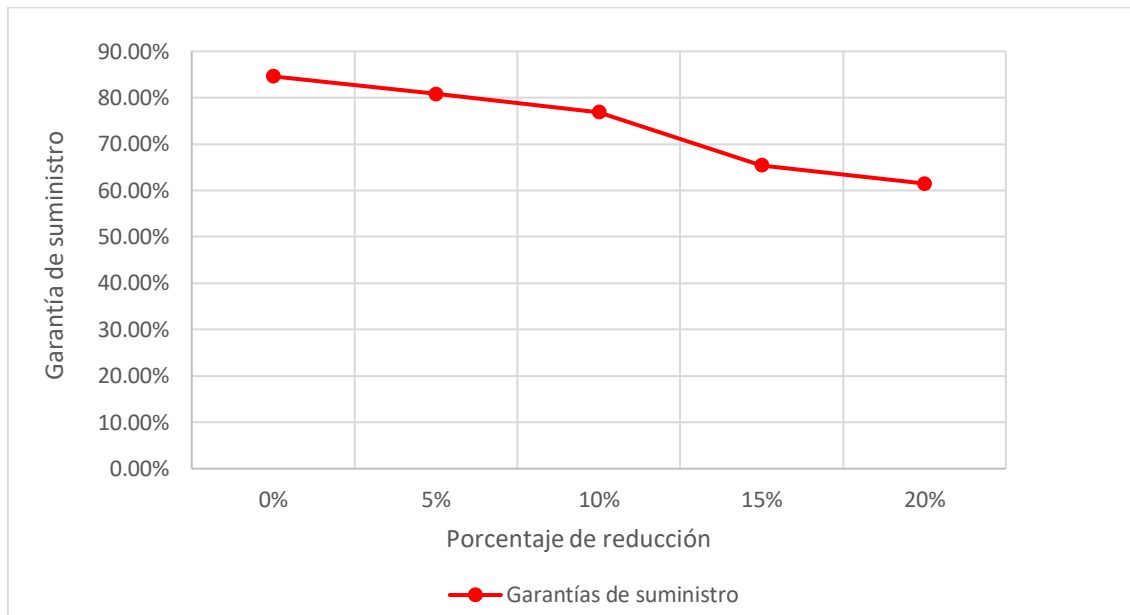


Figura 33. Gráfico de garantía de suministro para la demanda de Zaragoza con Yesa sin recrecer y para la serie corta (Fuente: Elaboración propia)

6.2 Garantías de suministro al variar la evaporación de la zona de estudio

Tras realizar las simulaciones en el programa Aquatool variando las evaporaciones de los embalses de la zona de estudio se han determinado las garantías de suministro para las diferentes demandas. Estas garantías no cambian al variar las evaporaciones, es decir, el porcentaje de garantía se mantiene igual que si no hubiera efectos del Cambio Climático o dicho de otra manera si no se consideraran reducciones en las aportaciones y/o en el volumen de agua embalsada en Yesa. A continuación, se muestran dichos porcentajes de garantía para las distintas demandas en el caso de Yesa con recrecimiento y sin recrecer.

Yesa con recrecimiento

Tabla 54. Resultados de garantías de suministro de las distintas demandas con Yesa recrecido al variar las evaporaciones

Demandas	Garantías de suministro
Bar III	80,40%
CB Trozo I,II,III	87,00%
Bar Trozo IV	80,40%
Bar II Canal	80,40%
Sora I	80,40%
Zaragoza	95,70%
Sora II	80,40%
C. Pardina	80,40%
Abajo C. Villas	80,40%
Arriba C. Villas	80,40%
A. Navarra	80,40%

Yesa sin recrecimiento

Tabla 55. Resultados de garantías de suministro de las distintas demandas con Yesa sin recrecer al variar las evaporaciones

Demandas	Garantías de suministro
Bar III	45,70%
CB Trozo I,II,III	73,90%
Bar Trozo IV	45,70%
Bar II Canal	45,70%
Sora I	45,70%
Zaragoza	91,30%
Sora II	58,78%
C. Pardina	45,70%
Abajo C. Villas	45,70%
Arriba C. Villas	45,70%
A. Navarra	45,70%

6.3 Garantías de suministro según la variabilidad de las dotaciones

El estudio de regulación que justifica el recrecimiento de Yesa propone una dotación para el sistema de $9.100 \text{ m}^3/\text{ha}$ de agua, o lo que es lo mismo que las necesidades hídricas de las distintas demandas hacen un total de $9.100 \text{ m}^3/\text{ha}$. Para esta dotación se obtienen unas garantías de suministro del 80% al 95% para el embalse recrecido y del 46% al 91% para el embalse sin recrecer.

En este apartado se ha estudiado cómo evolucionan los porcentajes de garantía al disminuir la dotación del área de estudio, o dicho de otra forma cómo evolucionan los porcentajes de garantía si se considera que las diferentes demandas requieren un menor volumen de agua a diferencia de lo que propone el estudio de regulación.

A continuación, se muestran las tablas con los resultados obtenidos de las garantías de suministro para cada disminución de las dotaciones para Yesa con y sin recrecimiento.

6.3.1 Garantías de suministro según la variabilidad de las dotaciones para Yesa con recrecimiento

Las ocho primeras demandas que aparecen en la tabla tienen una garantía de suministro inicial de 80,40%, conforme se disminuyen las dotaciones estos porcentajes de garantía aumentan gradualmente pasando de 80,40% para $9.100 \text{ m}^3/\text{ha}$ hasta el 97,80% para $6.500 \text{ m}^3/\text{ha}$. Esto quiere decir que las garantías de suministro para estas demandas han aumentado un 17,40%.

Para la demanda de Bardenas Tramo I,II,III el porcentaje de garantía inicial es del 87% y aumenta un 13% hasta el 100% para una dotación de $7.000 \text{ m}^3/\text{ha}$ y se mantiene constante.

La demanda de Sora II también alcanza un porcentaje de garantía del 100% al igual que la demanda anterior, pero para una dotación menor, en este caso para la de $6.500 \text{ m}^3/\text{ha}$. Para este caso el porcentaje de garantía aumenta un 19,60%.

Por último, la demanda urbana de Zaragoza es la que más rápido alcanza una garantía del 100% dándose para una dotación de $7.953 \text{ m}^3/\text{ha}$, esto se debe a que el porcentaje inicial se situaba en un 95,70% por lo que el aumento en el porcentaje es el menor de todas las garantías incrementándose tan solo un 4,30%.

Tabla 56. Resultados de garantías de suministro de las distintas demandas con Yesa recrecido al variar las dotaciones

Demandas	Garantía			
	9.100	7.953	7.000	6.500
1-Bar III	80,40%	93,50%	95,70%	97,80%
2-Bar Trozo IV				
3-Bar II Canal				
4-Sora 1				
5-C. Pardina				
6-Abajo C.Villas				
7-A. Arriba C. Villas				
8-A. Navarra				
9-CB Trozo I,II,III	87,00%	93,50%	100%	100%
10-Sora 2	80,40%	93,50%	97,80%	100%
11-Zaragoza	95,70%	100%	100%	100%

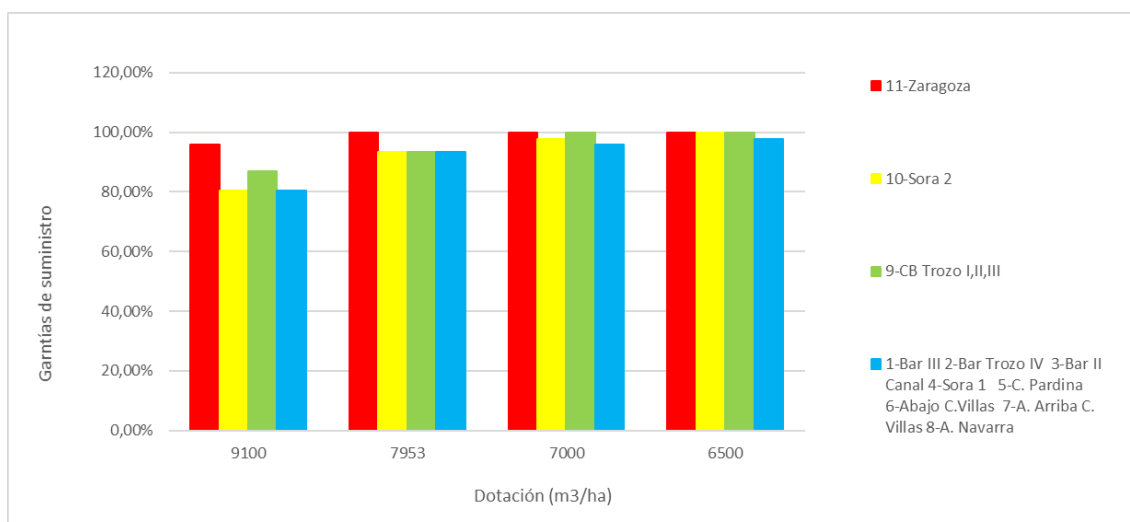


Figura 34. Gráfico de garantías de suministro para las distintas demandas al reducirse las dotaciones con Yesa recrecido (Fuente: Elaboración propia)

Este aumento de las garantías de suministro se debe a que para un mismo volumen de agua embalsada en Yesa la cantidad de agua requerida para satisfacer las demandas es menor por lo que el porcentaje de satisfacción aumenta. Cabe decir que para el volumen de agua embalsada considerado para este apartado no se han considerado reducciones por efecto del Cambio Climático.

6.3.2 Garantías de suministro según la variabilidad de las dotaciones para Yesa sin recrecimiento

En la siguiente tabla aparecen los porcentajes de garantía de suministro para las distintas demandas, pero en este caso para el escenario de Yesa sin recrecer. La primera demanda, la de Bardenas III, aumenta sus garantías de 45,70% hasta 89,10% conforme disminuyen las dotaciones. Este aumento supone un total de 43,40%.

La demanda de Bardenas Tramo I,II,III la disminución de las dotaciones supone un aumento en la garantía de suministro del 17,40%. La evolución de esta demanda en del 73,90% a 91,30%.

De la demanda número 3 a la demanda número 9 que aparecen en la tabla el porcentaje de garantía de suministro para la dotación de 9.100 m³/ha es de 45,70% y se aumenta un 41,30% hasta 87% para la dotación de 6.500 m³/ha.

El porcentaje de garantía de suministro de la demanda Sora II para la dotación inicial es de 58,70% y aumenta hasta un 93,50% para la última dotación. Este aumento es igual a 34,60%.

Zaragoza es la única demanda que consigue satisfacer sus necesidades al 100% para la dotación de 6.500 m³/ha. El aumento que sufre esta demanda es de 8,70% partiendo de un porcentaje de garantía de 91,30% para la dotación de 9.100 m³/ha.

Tabla 57. Resultados de garantías de suministro de las distintas demandas con Yesa sin recrecer al variar las dotaciones

Demandas	Garantía			
	9.100	7.953	7.000	6.500
1-Bar III	45,70%	65,20%	82,60%	89,10%
2-CB Trozo I, II,III	73,90%	80,40%	89,10%	91,30%
3-Bar Trozo IV	45,70%	65,20%	82,60%	87,00%
4-Bar II Canal				
5-Sora 1				
6-C. Pardina				
7-Abajo C. Villas				
8-A. Arriba C. Villas				
9-A. Navarra				
10-Sora 2	58,70%	84,80%	91,30%	93,50%
11-Zaragoza	91,30%	97,80%	100%	100%

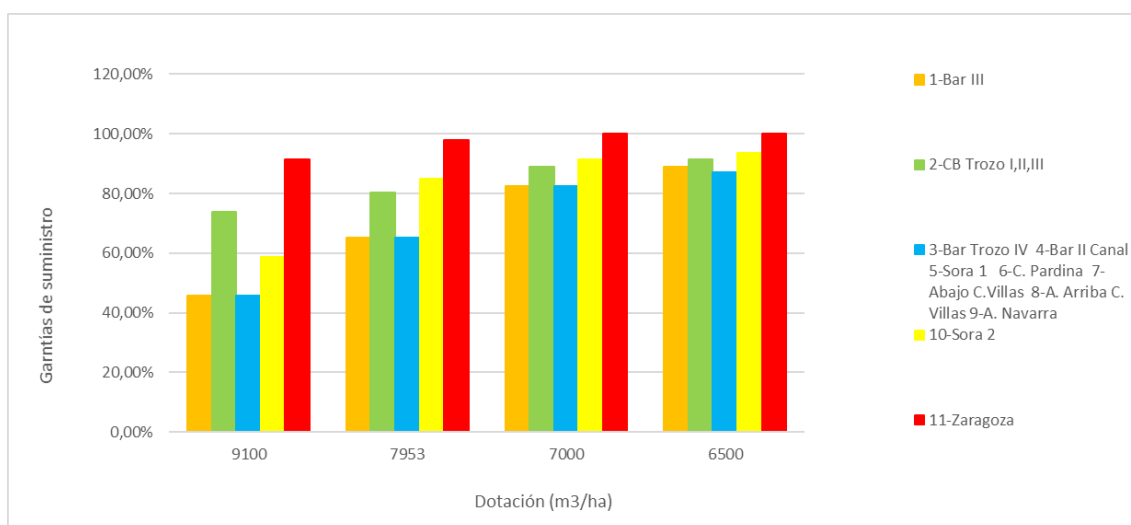


Figura 35. Gráfico de garantías de suministro para las distintas demandas al reducirse las dotaciones con Yesa sin recrecer (Fuente: Elaboración propia)

Al igual que para el escenario de Yesa con recrecimiento las garantías de suministro aumentan al disminuir las dotaciones. El aumento de porcentaje de garantía de suministro es mayor para todas las demandas de un sistema con el embalse sin recrecer que recrecido. En este caso ninguna demanda consigue satisfacer sus consumos al 100%, salvo la de Zaragoza, mientras con el recrecimiento de Yesa a menor dotación tres demandas consiguen llegar a ese porcentaje (Zaragoza, Sora II, Bardenas I,II,III) y las restantes alcanzan un 97,80% de garantía de suministro. Esto se debe a que para las mismas dotaciones el embalse de Yesa recrecido tiene capacidad para almacenar un mayor volumen de agua que el caso de Yesa sin recrecer de modo que al disminuir las necesidades hídricas de las distintas demandas del mismo modo para los dos escenarios se dispone de mayor cantidad de agua para satisfacer los consumos.

6.4 Comparación de los resultados obtenidos del embalse de Yesa con recrecimiento y sin recrecimiento

En los siguientes apartados se muestran los resultados obtenidos de los distintos análisis de las variables que afectan al sistema regable del Canal de las Bardenas para los escenarios de Yesa con recrecimiento y sin recrecer comparados entre ellos.

6.4.1 Comparación de las garantías de suministro para el embalse de Yesa con recrecimiento y sin recrecimiento al reducirse las aportaciones

En primer lugar, se han comparado los volúmenes de Yesa según la reducción de las aportaciones y posteriormente las garantías de suministro de las diferentes demandas para la serie larga y para la serie corta.

Serie larga

En la siguiente tabla se representa la disminución que sufre el embalse de Yesa con recrecimiento y sin recrecimiento teniendo en cuenta el efecto del Cambio Climático. En el caso de Yesa con recrecimiento la disminución del volumen es mayor que en el caso de Yesa sin recrecimiento, siendo el porcentaje de reducción total de 34,76% y 26,20% respectivamente.

Estos porcentajes corresponden a una pérdida de agua de 236,96 Hm³ para el embalse recrecido y de 83,79 Hm³ para el embalse sin recrecer por lo que se puede decir que el efecto del Cambio Climático produce más impacto para el embalse recrecido ya que la disminución del volumen es mayor que para el caso de Yesa sin recrecimiento.

Tabla 58. Resultados del volumen de Yesa para ambos escenarios según los efectos del Cambio Climático desde 1959 a 2005

		Volumen de Yesa con recrecimiento (Hm³)	Volumen de Yesa sin recrecimiento (Hm³)
Porcentaje de reducción debido al Cambio Climático	0%	681,71	319,84
	5%	637,8	282,3
	10%	574,01	267,69
	15%	504,63	253,79
	20%	444,78	236,05
Porcentaje de reducción total del volumen del embalse		34,76%	26,20%
Volumen reducido total del embalse (Hm³)		236,96	83,79

A continuación, se muestra la representación gráfica de ambos escenarios para cada porcentaje de reducción debido al Cambio Climático para la serie larga.

- Volumen de Yesa sin reducciones por Cambio Climático

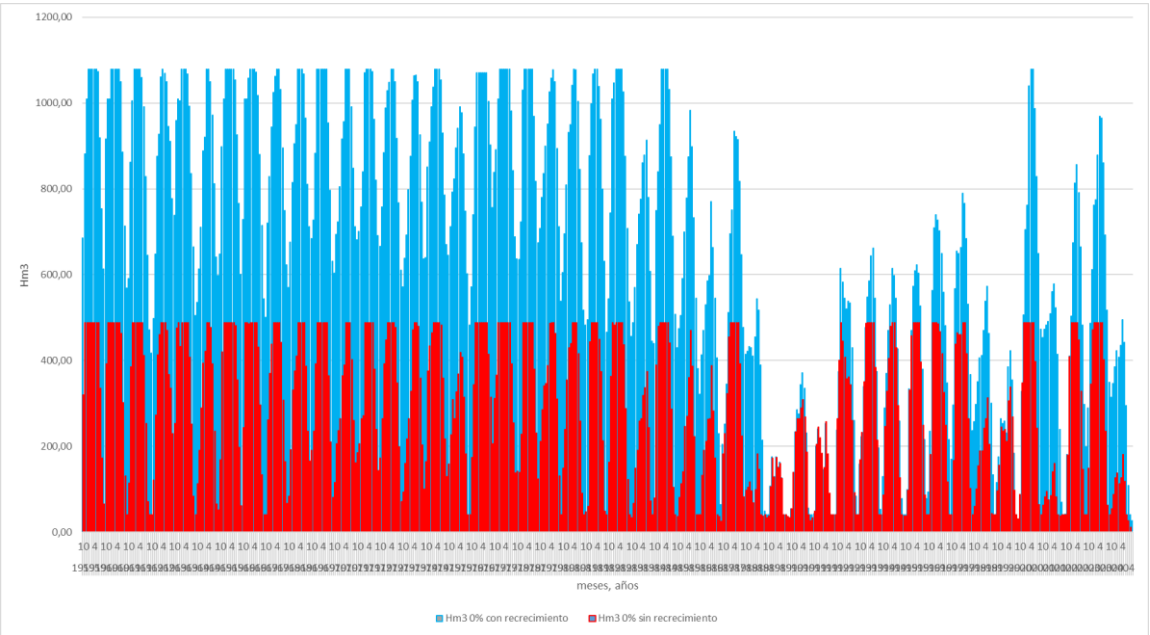


Figura 36. Gráfico comparativo del volumen de Yesa para ambos escenarios sin efectos del Cambio Climático desde 1959 a 2005 (Fuente: Elaboración propia)

- Volumen de Yesa con una reducción del 5% por el Cambio Climático

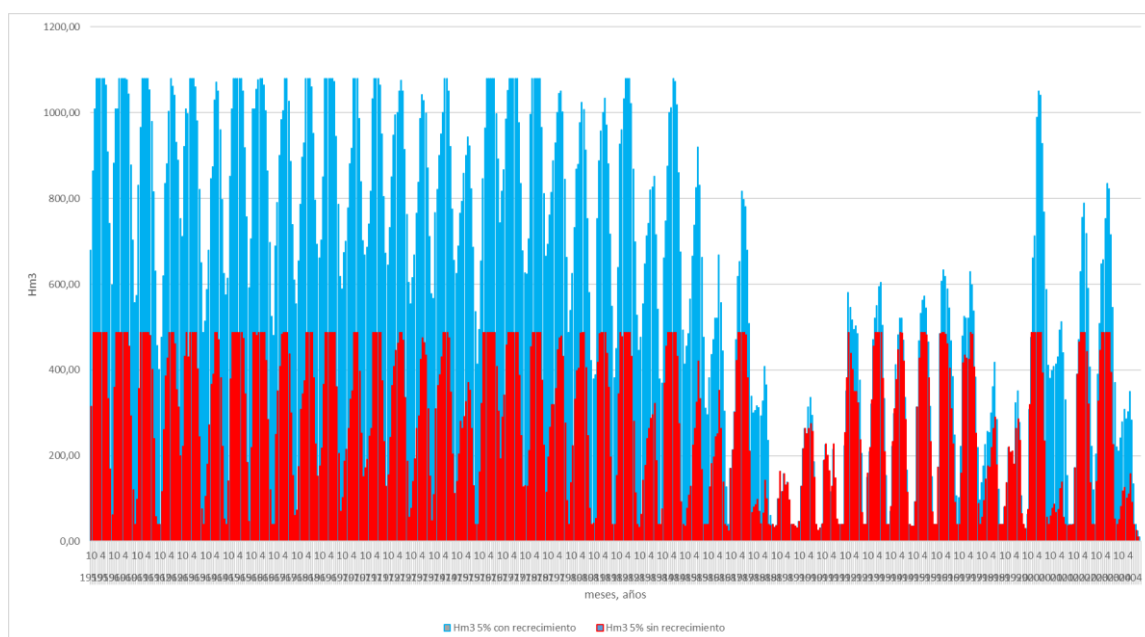


Figura 37. Gráfico comparativo del volumen de Yesa para ambos escenarios con una reducción del 5% en las aportaciones debido al Cambio Climático desde 1959 a 2005 (Fuente: Elaboración propia)

- Volumen de Yesa con una reducción del 10% por el Cambio Climático

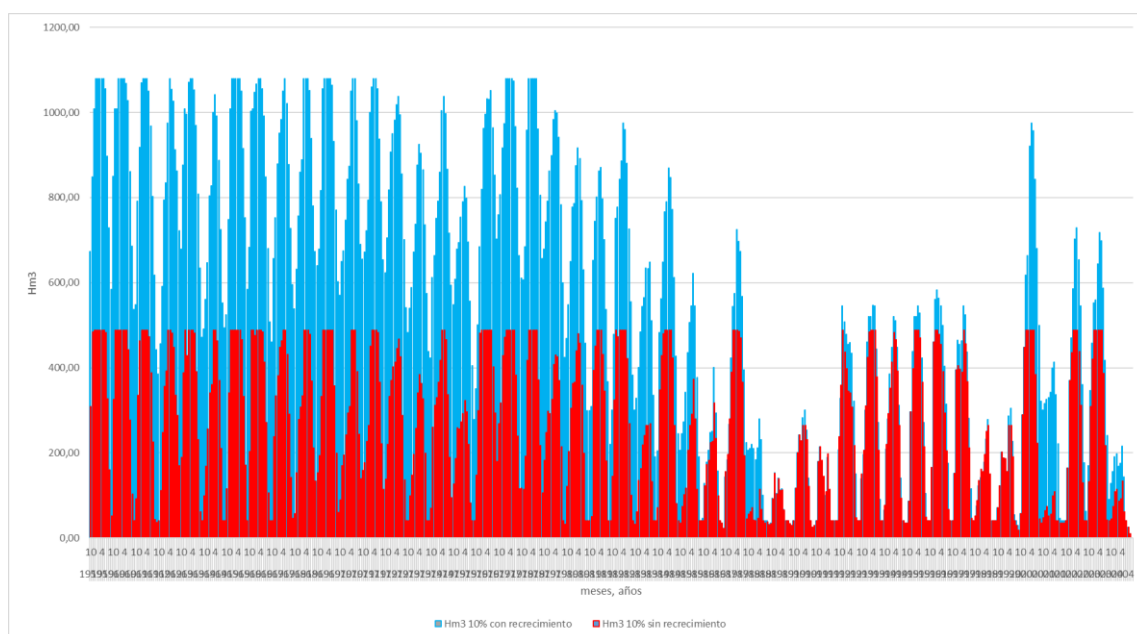


Figura 38. Gráfico comparativo del volumen de Yesa para ambos escenarios con una reducción del 10% en las aportaciones debido al Cambio Climático desde 1959 a 2005 (Fuente: Elaboración propia)

- Volumen de Yesa con una reducción del 15% por Cambio Climático

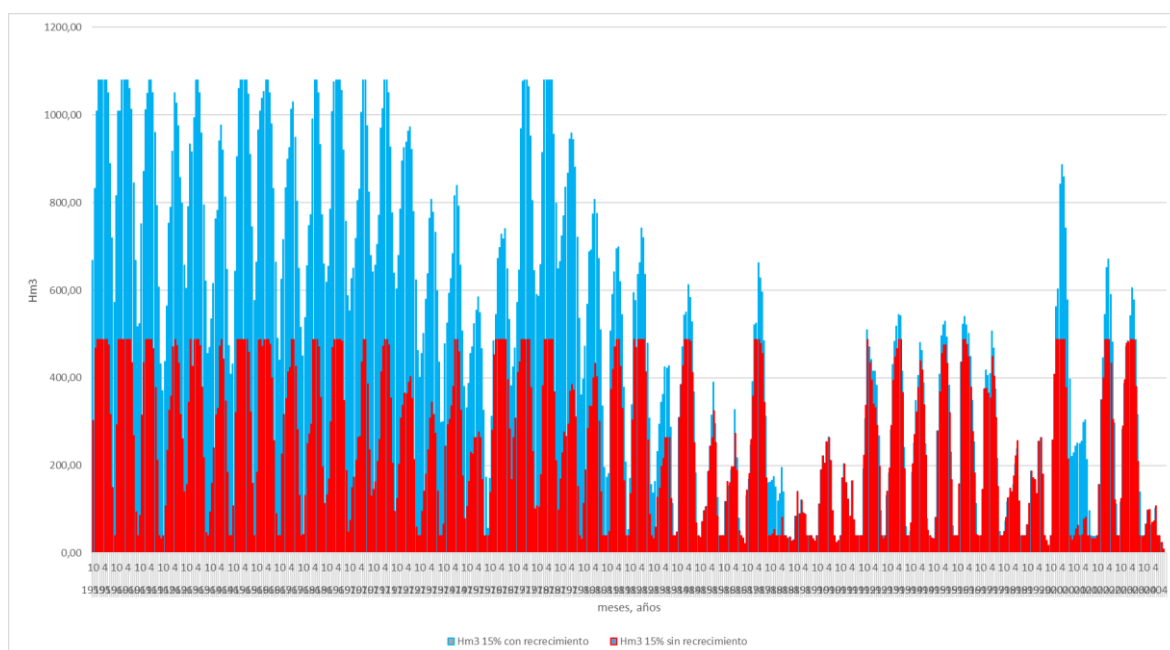


Figura 39. Gráfico comparativo del volumen de Yesa para ambos escenarios con una reducción del 15% en las aportaciones debido al Cambio Climático desde 1959 a 2005 (Fuente: Elaboración propia)

- Volumen de Yesa con una reducción del 20% por el Cambio Climático

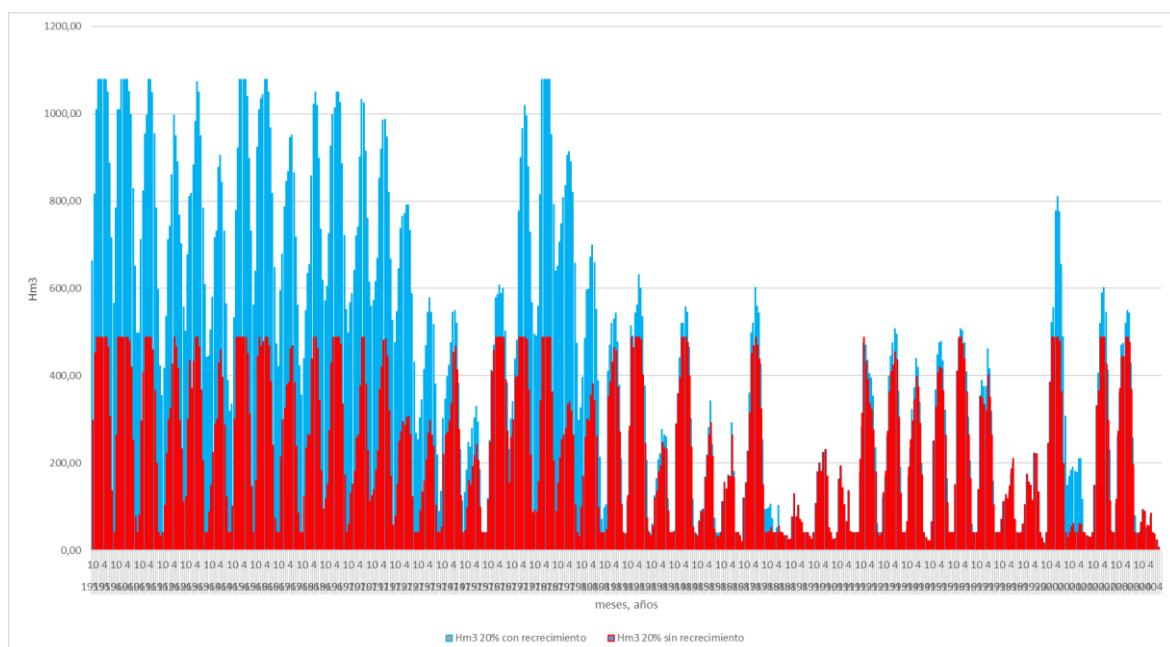


Figura 40. Gráfico comparativo del volumen de Yesa para ambos escenarios con una reducción del 20% en las aportaciones debido al Cambio Climático desde 1959 a 2005 (Fuente: Elaboración propia)

Como puede observarse sin considerar las reducciones producidas por el Cambio Climático la diferencia de volumen para los dos casos es significativa ya que para Yesa con recrecimiento el volumen disponible se encuentra en la mayoría de los años por encima de los 1.000 Hm³ salvo para los años de 1982 al 2000 en el que el volumen no llega a los 500 Hm³ situándose por debajo de 400 Hm³ en 1990. Mientras que para el embalse sin recrecer el volumen apenas llega a los 450 Hm³.

A medida que aumentan el porcentaje de reducción la disminución del volumen es mayor para el embalse recrecido que sin recrecer. Estos efectos se ven claramente para los años de 1985 a 2000 en el que la diferencia de volumen es mínima o incluso llegan a igualarse los volúmenes en algunos años como es el caso de 1989 a 1991 donde el volumen se encuentra por debajo de los 200 Hm³ o como mucho en 220 Hm³. Para 1992 los volúmenes se igualan en 488 Hm³. Y para 1998 y 1999 en los que el volumen se sitúa en 210 Hm³ y 221 Hm³ respectivamente.

A continuación, se muestran los resultados obtenidos para ambos escenarios de las garantías de suministro de la serie larga (1959-2005) según la reducción producida por el efecto del Cambio Climático.

- Garantía de suministro de Bardenas III

Como se puede apreciar en la tabla para ambos escenarios las garantías de suministro para la demanda de Bardenas III se reduce al aumentar los porcentajes de reducción siendo más notable esta reducción en el caso de Yesa con recrecimiento.

Tabla 59. Resultados de la garantía de suministro de Bar III para ambos escenarios según los efectos del Cambio Climático desde 1959 a 2005

	Porcentaje de reducción					Reducción total
	0%	5%	10%	15%	20%	
Yesa con recrecimiento	80,40%	76,10%	71,70%	63%	52,20%	28,20%
Yesa sin recrecimiento	45,70%	37,00%	34,80%	30,40%	28,30%	17,40%

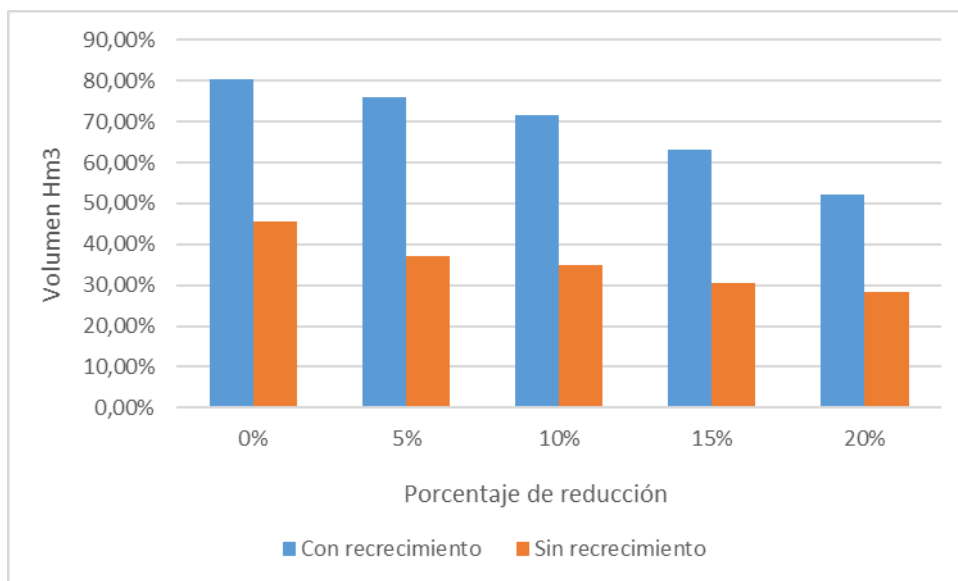


Figura 41. Gráfico comparativo de la garantía de suministro de la demanda de Bardenas III para ambos escenarios según las reducciones producidas por el Cambio Climático desde 1959 a 2005 (Fuente: Elaboración propia)

- Garantía de suministro de Bardenas Tramo IV, Bardenas II Canal, Sora I, C. Pardina, Abajo C. Villas, Arriba C. Villas, A. Navarra.

En este caso, la reducción de la garantía de suministro para estas demandas también es mayor en el escenario de Yesa con recrecimiento que sin recrecer.

Tabla 60. Resultados de la garantía de suministro de Bardenas Tramo IV, Bardenas II Canal, Sora I, C. Pardina, Abajo C. Villas, Arriba C. Villas, A. Navarra para ambos escenarios según los efectos del Cambio Climático desde 1959 a 2005

	Porcentaje de reducción					Reducción total
	0%	5%	10%	15%	20%	
Yesa con recrecimiento	80,40%	76,10%	71,70%	63,00%	52,20%	28,20%
Yesa sin recrecimiento	45,70%	37,00%	34,80%	30,40%	26,10%	19,60%

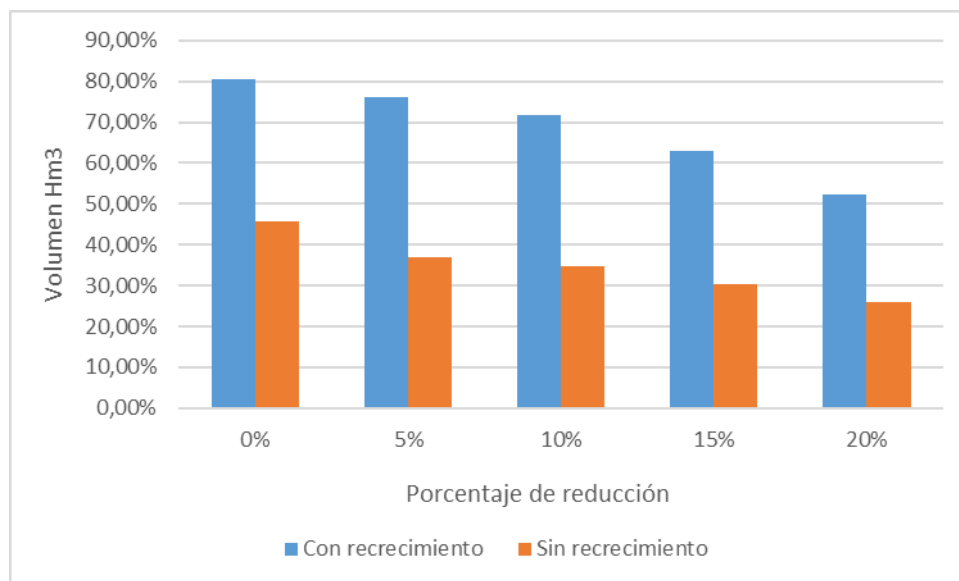


Figura 42. Gráfico comparativo de las garantías de suministro de las demandas de Bardenas Tramo IV, Bardenas II Canal, Sora I, C. Pardina, Abajo C. Villas, Arriba C. Villas, A. Navarra para ambos escenarios según las reducciones producidas por el Cambio Climático desde 1959 a 2005 (Fuente: Elaboración propia)

- Garantía de suministro de Sora II

Como aparece en la tabla la garantía de suministro para esta demanda cae en mayor medida para el caso de Yesa sin recrecer que recrecido. Esto puede deberse a que el volumen disponible de Yesa sin recrecimiento es menor por lo que la demanda de Sora II queda satisfecha en menor medida.

Tabla 61. Resultados de la garantía de suministro de Sora II para ambos escenarios según los efectos del Cambio Climático desde 1959 a 2005

	Porcentaje de reducción					Reducción total
	0%	5%	10%	15%	20%	
Yesa con recrecimiento	80,40%	76,10%	71,70%	63,00%	52,20%	28,20%
Yesa sin recrecimiento	58,70%	50,00%	43,50%	30,40%	26,10%	32,60%

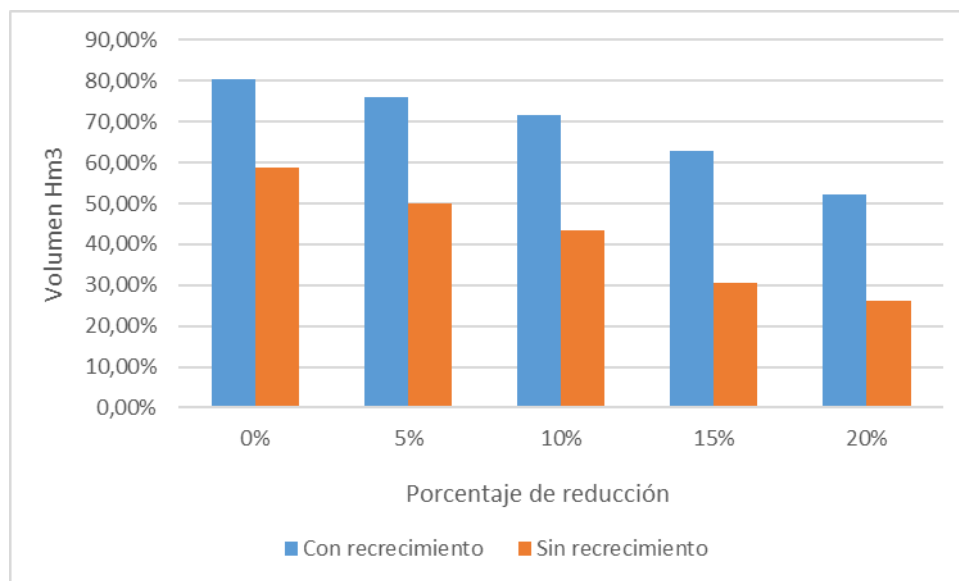


Figura 43. Gráfico comparativo de la garantía de suministro de la demanda de Sora II para ambos escenarios según las reducciones producidas por el Cambio Climático desde 1959 a 2005 (Fuente: Elaboración propia)

- Garantía de suministro de Bardenas Trozo I,II,III

Al igual que para el caso anterior la garantía de suministro de esta demanda se reduce en mayor porcentaje para el escenario de Yesa sin recrecer que recrecido. Estos datos pueden observarse en la tabla:

Tabla 62. Resultados de la garantía de suministro de Bar Tramo I,II,III para ambos escenarios según los efectos del Cambio Climático desde 1959 a 2005

	Porcentaje de reducción					Reducción total
	0%	5%	10%	15%	20%	
Yesa con recrecimiento	87%	82,60%	78,30%	76,10%	65,20%	21,80%
Yesa sin recrecimiento	73,90%	67,40%	56,50%	54,30%	45,70%	28,20%

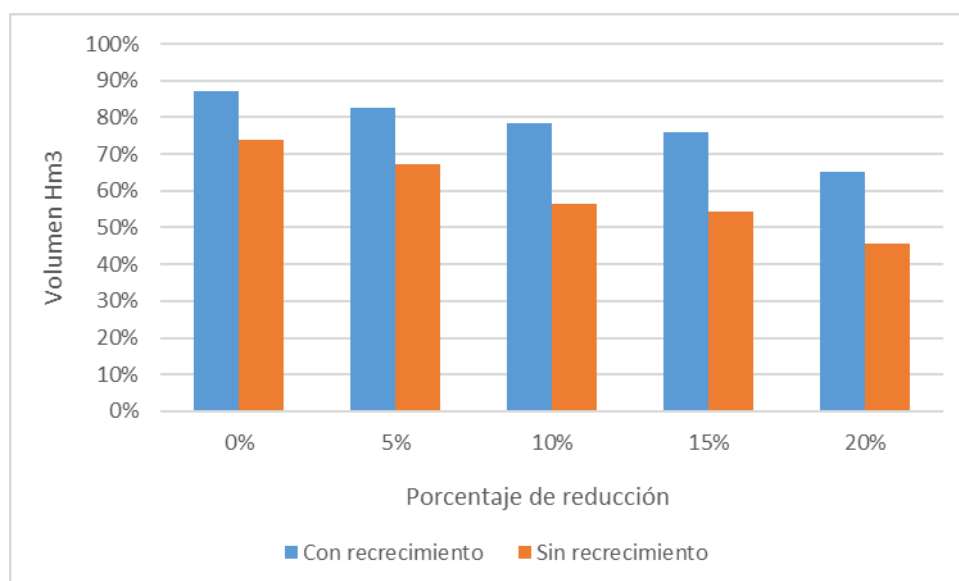


Figura 44. Gráfico comparativo de la garantía de suministro de la demanda de Bardenas Tramo I,II,III para ambos escenarios según las reducciones producidas por el Cambio Climático desde 1959 a 2005 (Fuente: Elaboración propia)

- Garantía de suministro de Zaragoza

Por último, la demanda de Zaragoza es la que mayor grado de satisfacción tiene para ambos escenarios respecto a las demás. En este caso la reducción total del porcentaje de garantía es mayor con el embalse recrecido que sin recrecer.

Tabla 63. Resultados de la garantía de suministro de Zaragoza para ambos escenarios según los efectos del Cambio Climático desde 1959 a 2005

	Porcentaje de reducción					Reducción total
	0%	5%	10%	15%	20%	
Yesa con recrecimiento	95,70%	93,50%	84,80%	76,10%	69,60%	26,10%
Yesa sin recrecimiento	91,30%	89,10%	87,00%	80,40%	78,30%	13,00%

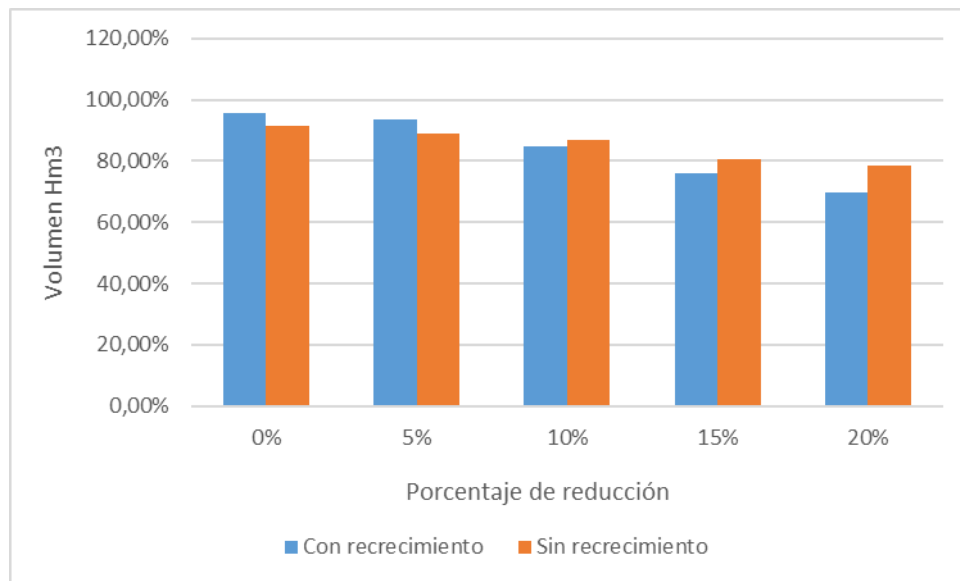


Figura 45. Gráfico comparativo de la garantía de suministro de la demanda de Zaragoza para ambos escenarios según las reducciones producidas por el Cambio Climático desde 1959 a 2005 (Fuente: Elaboración propia)

Serie corta

Al igual que para la serie larga en la siguiente tabla aparecen los resultados de disminución que sufre el embalse de Yesa con recrecimiento y sin recrecimiento teniendo en cuenta el efecto del Cambio Climático.

Esta disminución es más notable para el caso de Yesa con recrecimiento que sin recrecer siendo dichos porcentajes de 51,12% y 20,90% respectivamente. Los volúmenes de agua que disminuiría el embalse de su capacidad inicial (sin efectos del Cambio Climático) son de 259,64 Hm³ para el caso de recrecimiento y 52,1 Hm³ para el caso sin recrecer.

Tabla 64. Resultados del volumen de Yesa para ambos escenarios según los efectos del Cambio Climático desde 1979 a 2005

		Volumen de Yesa con recrecimiento (Hm ³)	Volumen de Yesa sin recrecimiento (Hm ³)
Porcentaje de reducción debido al Cambio Climático	0%	507,9	249,26
	5%	441,82	238,11
	10%	352,62	225,85
	15%	286,62	212,68
	20%	248,28	197,11
Porcentaje de reducción total del volumen del embalse		51,12%	20,90%
Volumen reducido total del embalse (Hm³)		259,64	52,1

Si se compara esta tabla con la tabla de resultados de la serie larga puede observarse que los valores de reducción del embalse son mayores en el caso de la serie corta ya que al despreciarse los años de 1959 a 1979 en los cuales hubo grandes aportaciones (por encima de 1.000 Hm³ para el recrecimiento y por encima de 450 Hm³ para el caso sin recrecimiento) para la mayoría de los años el volumen de partida para el análisis de la serie corta es menor por eso el volumen de agua que se pierde en la serie corta para ambos escenarios es mayor que para la serie larga.

A continuación, se muestra la representación gráfica de ambos escenarios para cada porcentaje de reducción debido al Cambio Climático para la serie corta.

- Volumen de Yesa sin reducciones por Cambio Climático

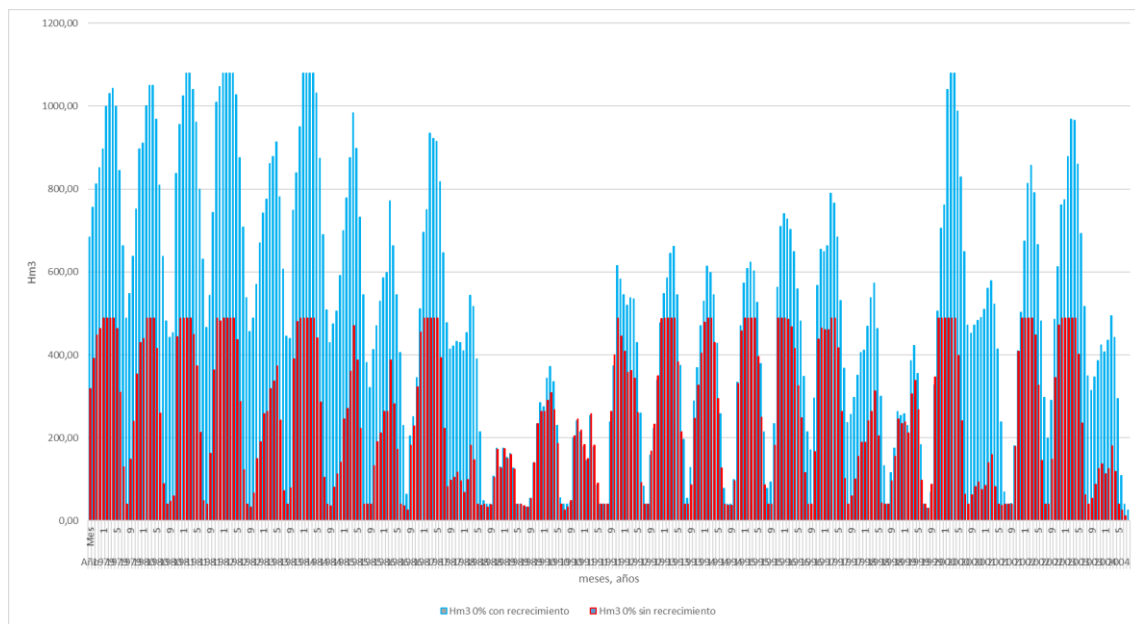


Figura 46. Gráfico comparativo del volumen de Yesa para ambos escenarios sin efectos del Cambio Climático desde 1979 a 2005 (Fuente: Elaboración propia)

- Volumen de Yesa con una reducción del 5% por el Cambio Climático

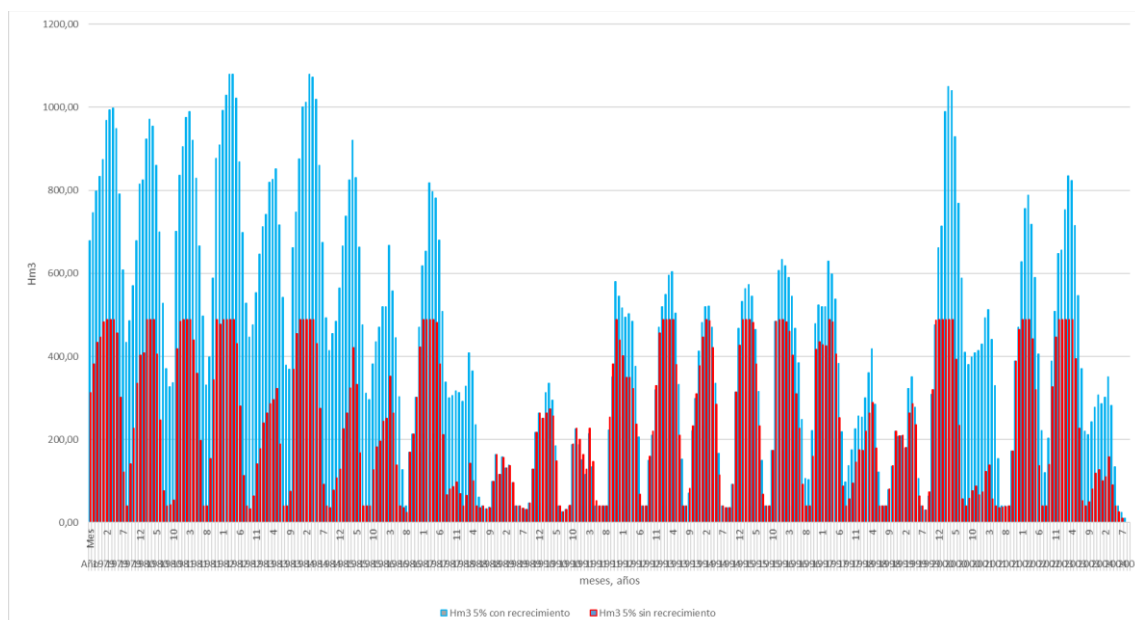


Figura 47. Gráfico comparativo del volumen de Yesa para ambos escenarios con una reducción del 5% en las aportaciones debido al Cambio Climático desde 1979 a 2005 (Fuente: Elaboración propia)

- Volumen de Yesa con una reducción del 10% por el Cambio Climático

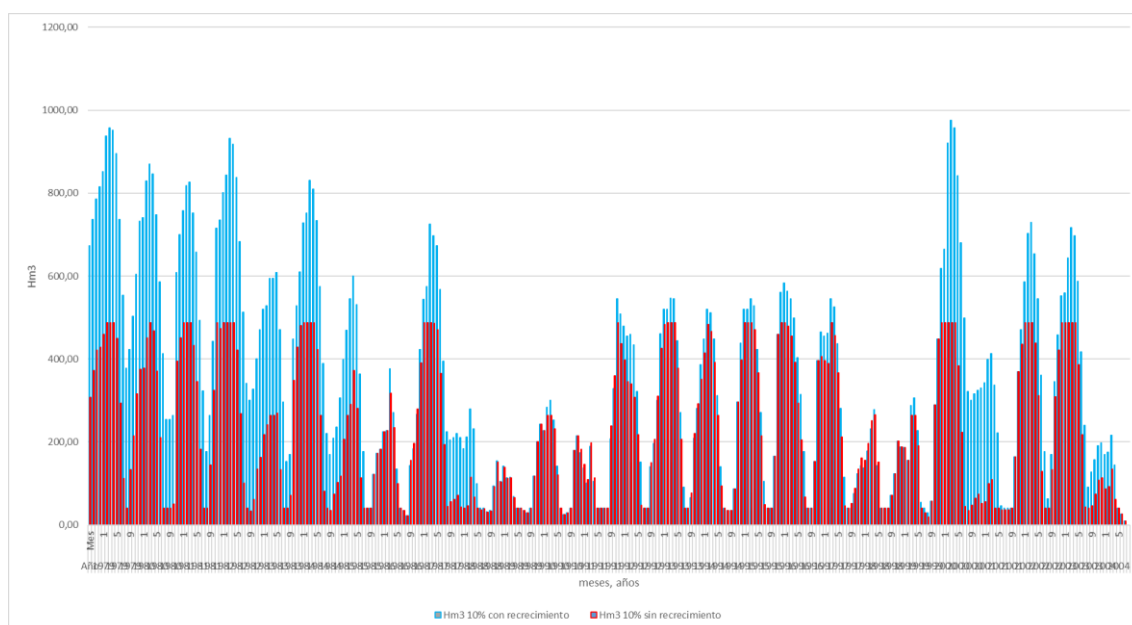


Figura 48. Gráfico comparativo del volumen de Yesa para ambos escenarios con una reducción del 10% en las aportaciones debido al Cambio Climático desde 1979 a 2005 (Fuente: Elaboración propia)

- Volumen de Yesa con una reducción del 15% por el Cambio Climático

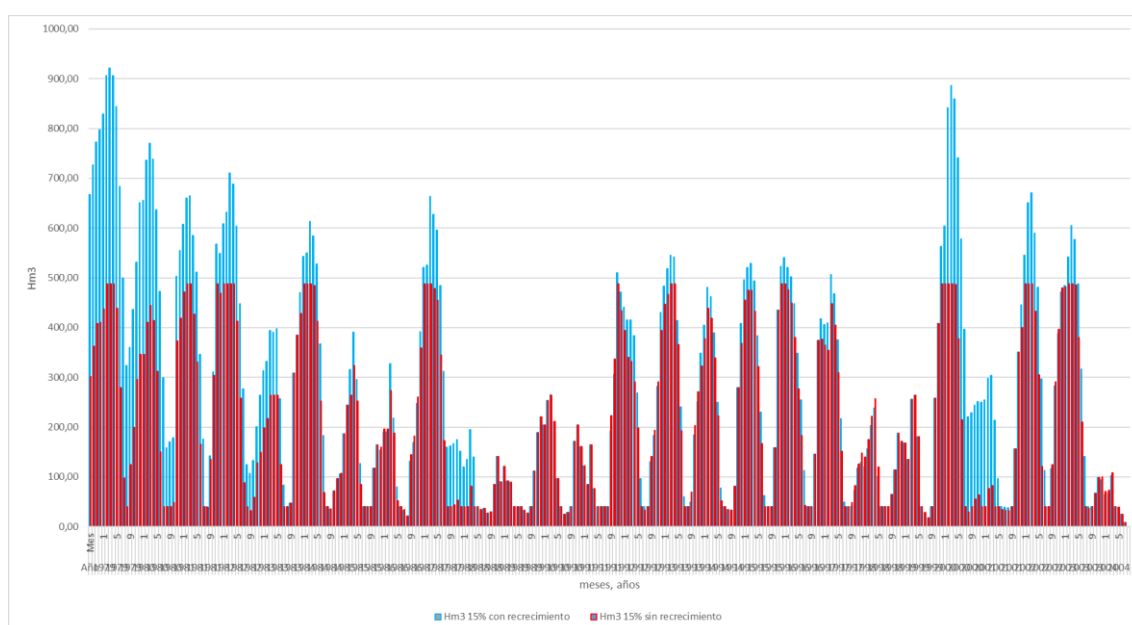


Figura 49. Gráfico comparativo del volumen de Yesa para ambos escenarios con una reducción del 15% en las aportaciones debido al Cambio Climático desde 1979 a 2005 (Fuente: Elaboración propia)

- Volumen de Yesa con una reducción del 20% por el Cambio Climático

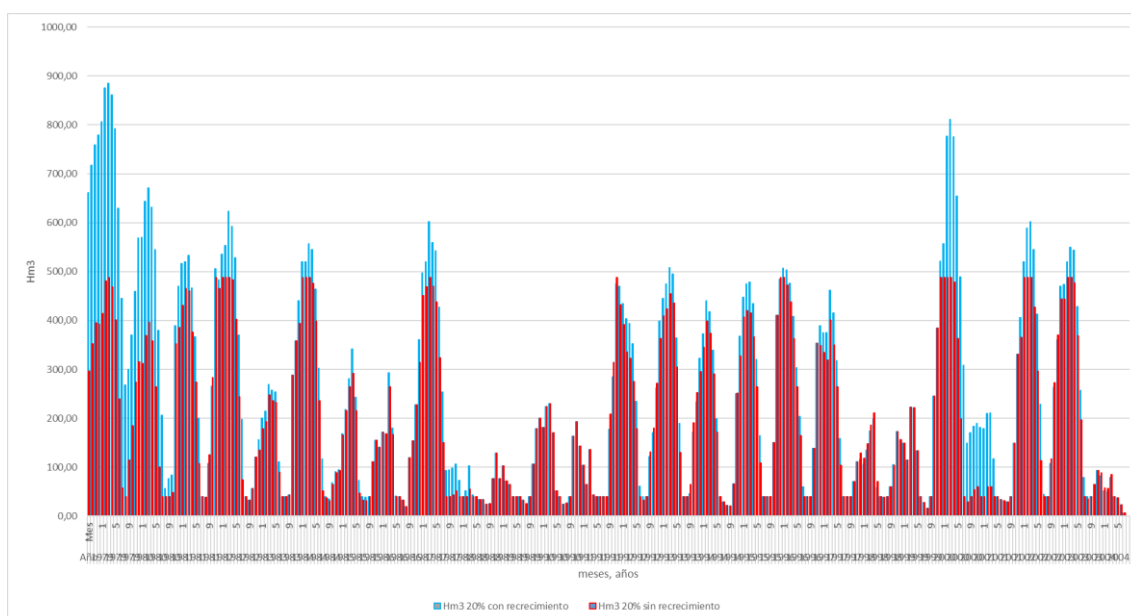


Figura 50. Gráfico comparativo del volumen de Yesa para ambos escenarios con una reducción del 20% en las aportaciones debido al Cambio Climático desde 1979 a 2005 (Fuente: Elaboración propia)

Dado que estas representaciones de los volúmenes de Yesa con y sin recrecimiento son las mismas que para el caso de la serie larga, pero despreciando los años de 1959 a 1979, se puede observar lo mismo que antes, pero para los años de 1979 a 2005. Así pues, al darse menos aportaciones por encima de los 1.000 Hm³ para el embalse recrecido y menos aportaciones por encima de los 450 Hm³ para el embalse sin recrecer se observa que para los años de 1985 a 2000 en el que la diferencia de volumen es mínima. También se observa según aumenta el porcentaje de reducción de 0% a 20% que para 1989 los volúmenes se igualan en 128 Hm³, para 1990 se igualan en 121 Hm³, en 1991 se igualan en 193 Hm³, en 1992 se igualan en 488 Hm³, en 1998 se igualan en 210 Hm³ y para 1999 los volúmenes se igualan en 221 Hm³.

A continuación, se muestran los resultados obtenidos para ambos escenarios de las garantías de suministro de la serie larga (1979-2005) según la reducción producida por el efecto del Cambio Climático.

- Garantía de suministro de Bardenas III, Bardenas Tramo IV, Bardenas II Canal, Sora I, C. Pardina, Abajo C. Villas, Arriba C. Villas, A. Navarra.

Como se puede apreciar en la tabla para ambos escenarios las garantías de suministro estas demandas se reducen al aumentar los porcentajes de reducción siendo más notable esta reducción en el caso de Yesa con recrecimiento, pero siendo la diferencia mucho mayor que para la serie larga.

Tabla 65. Resultados de la garantía de suministro de Bardenas III, Bardenas Tramo IV, Bardenas II Canal, Sora I, C. Pardina, Abajo C. Villas, Arriba C. Villas, A. Navarra para ambos escenarios según los efectos del Cambio Climático desde 1979 a 2005

	Porcentaje de reducción					Reducción total
	0%	5%	10%	15%	20%	
Yesa con recrecimiento	65,40%	57,70%	50,00%	34,60%	19,20%	46,20%
Yesa sin recrecimiento	15,40%	3,80%	3,80%	3,80%	3,80%	11,60%

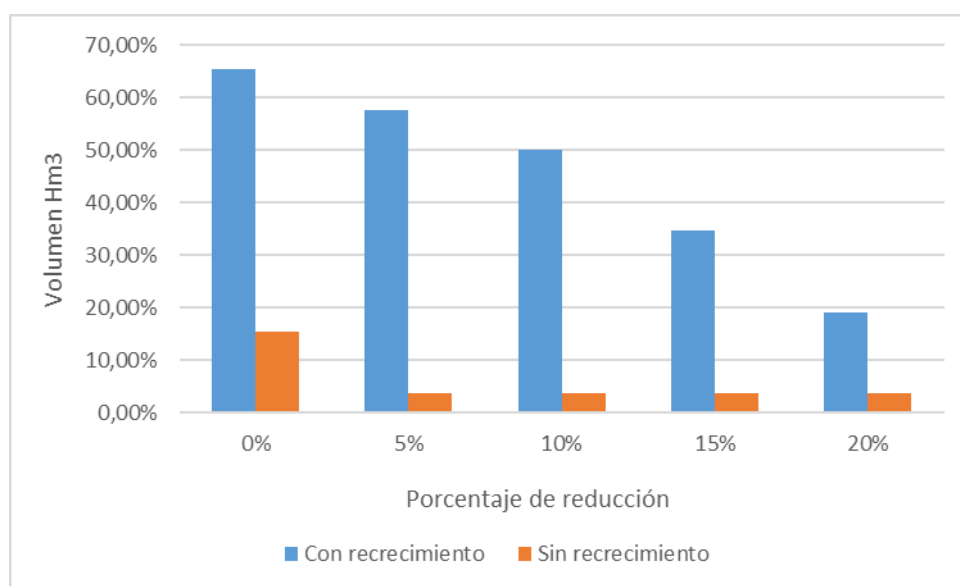


Figura 51. Gráfico comparativo de las garantías de suministro de las demandas de Bardenas III, Bardenas Tramo IV, Bardenas II Canal, Sora I, C. Pardina, Abajo C. Villas, Arriba C. Villas, A. Navarra para ambos escenarios según las reducciones producidas por el Cambio Climático desde 1979 a 2005 (Fuente: Elaboración propia)

- Garantía de suministro de Sora II

Como aparece en la tabla la garantía de suministro para la demanda de Sora II se reduce más en el caso de Yesa con recrecimiento que sin recrecer. A diferencia de lo que ocurre con la serie larga.

Tabla 66. Resultados de la garantía de suministro de Sora II para ambos escenarios según los efectos del Cambio Climático desde 1979 a 2005

	Porcentaje de reducción					Reducción total
	0%	5%	10%	15%	20%	
Yesa con recrecimiento	65,40%	57,70%	50,00%	34,60%	19,20%	46,20%
Yesa sin recrecimiento	34,60%	26,90%	23,10%	7,70%	3,80%	30,80%

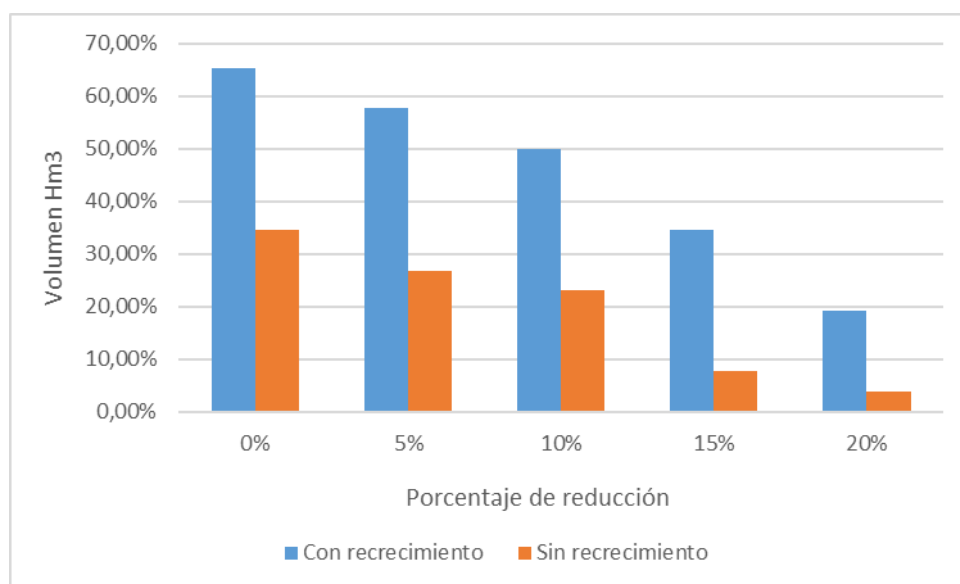


Figura 52. Gráfico comparativo de la garantía de suministro de la demanda de Sora II para ambos escenarios según las reducciones producidas por el Cambio Climático desde 1979 a 2005 (Fuente: Elaboración propia)

- Garantía de suministro de Bardenas Tramo I,II,III

La garantía de suministro para Bardenas Tramo I,II,III sufre la misma reducción total para ambos escenarios pero tiene un mayor grado de satisfacción con embalse recrecido que sin recrecer.

Tabla 67. Resultados de la garantía de suministro de Bar Tramo I,II,III para ambos escenarios según los efectos del Cambio Climático desde 1979 a 2005

	Porcentaje de reducción					Reducción total
	0%	5%	10%	15%	20%	
Yesa con recrecimiento	76,90%	69,20%	61,50%	57,70%	38,50%	38,40%
Yesa sin recrecimiento	53,80%	42,30%	30,80%	30,80%	15,40%	38,40%

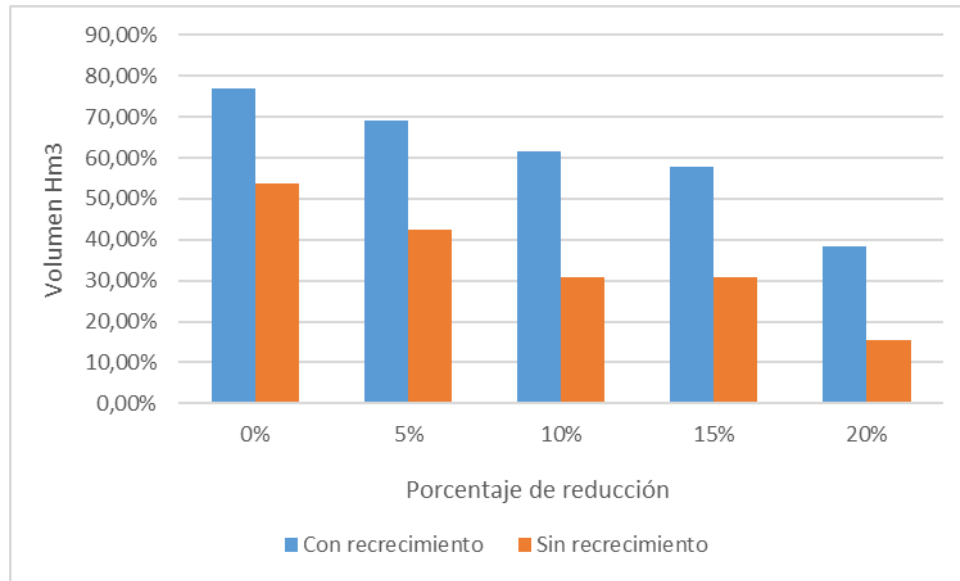


Figura 53. Gráfico comparativo de la garantía de suministro de la demandas de Bardenas Tramo I,II,III para ambos escenarios según las reducciones producidas por el Cambio Climático desde 1979 a 2005 (Fuente: Elaboración propia)

- Garantía de suministro de Zaragoza

Por último, la demanda de Zaragoza es la que mayor grado de satisfacción tiene para ambos escenarios respecto a las demás al igual que para la serie larga. En este caso la reducción total del porcentaje de garantía es mayor con el embalse recrecido que sin recrecer.

Tabla 68. Resultados de la garantía de suministro de Zaragoza para ambos escenarios según los efectos del Cambio Climático desde 1979 a 2005

	Porcentaje de reducción					Reducción total
	0%	5%	10%	15%	20%	
Yesa con recrecimiento	92,30%	88,50%	73,10%	57,70%	46,20%	46,10%
Yesa sin recrecimiento	84,60%	80,80%	76,90%	65,40%	61,50%	23,10%

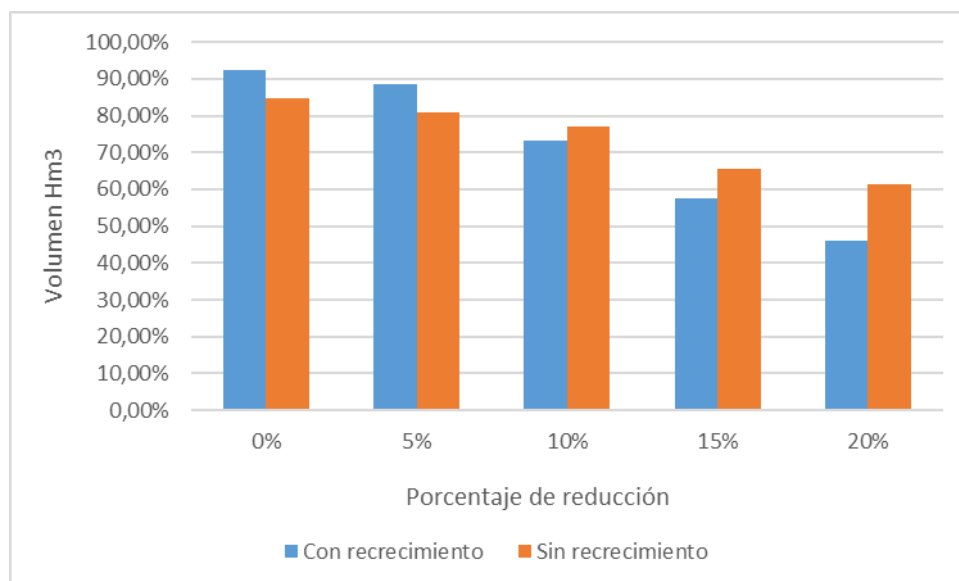


Figura 54. Gráfico comparativo de la garantía de suministro de la demanda de Zaragoza para ambos escenarios según las reducciones producidas por el Cambio Climático desde 1979 a 2005 (Fuente: Elaboración propia)

6.4.2 Comparación de las garantías de suministro al variar la evaporación para el embalse de Yesa con recrecimiento y sin recrecimiento

En la tabla 69 se pueden observar las garantías de suministro de las distintas demandas para ambos escenarios. Estas garantías se mantienen iguales a las garantías de suministro iniciales (sin considerar reducciones por el Cambio Climático), lo que indica que al variar las evaporaciones de la zona de estudio establecidas en el estudio de regulación por las propuestas por López Moreno (2008) el grado de satisfacción para las distintas demandas es el mismo, o que las tasas de evaporación consideradas para realizar este apartado no producen ningún cambio en dichas garantías.

Tabla 69. Resultados de las garantías de suministro de las demandas para ambos escenarios al variar las evaporaciones

	Yesa con recrecimiento	Yesa sin recrecer
Demandas	Garantías de suministro	Garantías de suministro
Bar III	80,40%	45,70%
CB Trozo I,II,III	87,00%	73,90%
Bar Trozo IV	80,40%	45,70%
Bar II Canal	80,40%	45,70%
Sora I	80,40%	45,70%
Zaragoza	95,70%	91,30%
Sora II	80,40%	58,78%
C. Pardina	80,40%	45,70%
Abajo C. Villas	80,40%	45,70%
Arriba C. Villas	80,40%	45,70%
A. Navarra	80,40%	45,70%

A continuación, se muestran estas garantías de manera gráfica para tener una mejor visualización de la comparación realizada.

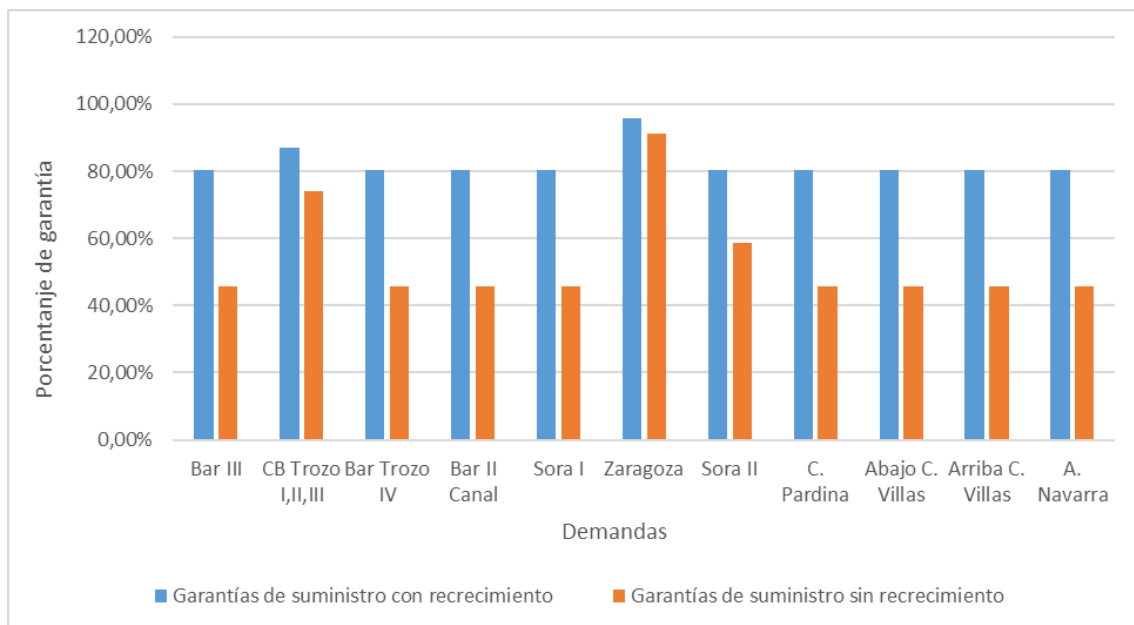


Figura 55. Gráfico comparativo de las garantías de suministro de las distintas demandas para ambos escenarios según diferentes evaporaciones (Fuente: Elaboración propia)

6.4.3 Comparación de las garantías de suministro al variar las dotaciones

A continuación, se muestran las garantías de suministro de las distintas demandas comparadas para ambos escenarios, Yesa recrecido y Yesa sin recrecer.

- Garantía de suministro de Bardenas III

Como se puede apreciar en la tabla y en el gráfico al disminuir las necesidades hídricas de esta demanda aumentan la garantía de suministro siendo mayor el aumento en el caso de Yesa sin recrecimiento que recrecido.

Tabla 70. Resultados de la garantía de suministro de Bar III para ambos escenarios al variar las dotaciones

	Dotación				Porcentaje de aumento de garantía
	9.100	7.953	7.000	6.500	
Yesa con recrecimiento	80,40%	93,50%	95,70%	97,80%	17,40%
Yesa sin recrecimiento	45,70%	65,20%	82,60%	89,10%	43,40%

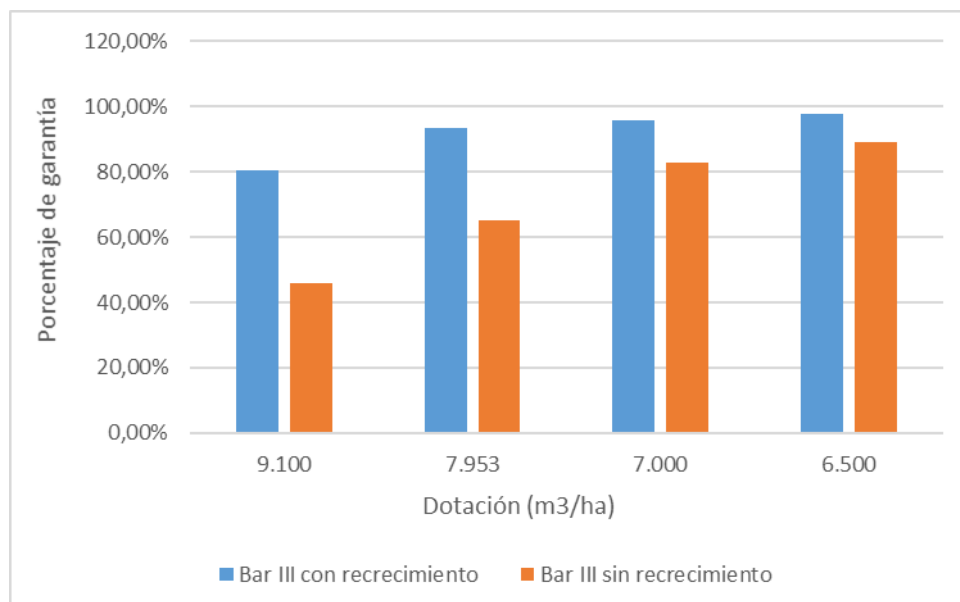


Figura 56. Gráfico comparativo de la garantía de suministro de la demanda de Bardenas III para ambos escenarios según diferentes dotaciones (Fuente: Elaboración propia)

- Garantía de suministro de Bardenas Tramo I,II,III

En la tabla y en el gráfico se puede ver cómo al disminuir las dotaciones aumentan las garantías de suministro. Para el escenario sin recrecer este aumento es mayor, aunque para el escenario con recrecimiento se obtiene una garantía del 100% para la dotación de 7.000 m³/ha.

Tabla 71. Resultados de la garantía de suministro de Bar Tramo I,II,III para ambos escenarios al variar las dotaciones

	Dotación				Porcentaje de aumento de garantía
	9.100	7.953	7.000	6.500	
Yesa con recrecimiento	87,00%	93,50%	100%	100%	13,00%
Yesa sin recrecimiento	73,90%	80,40%	89,10%	91,30%	17,40%

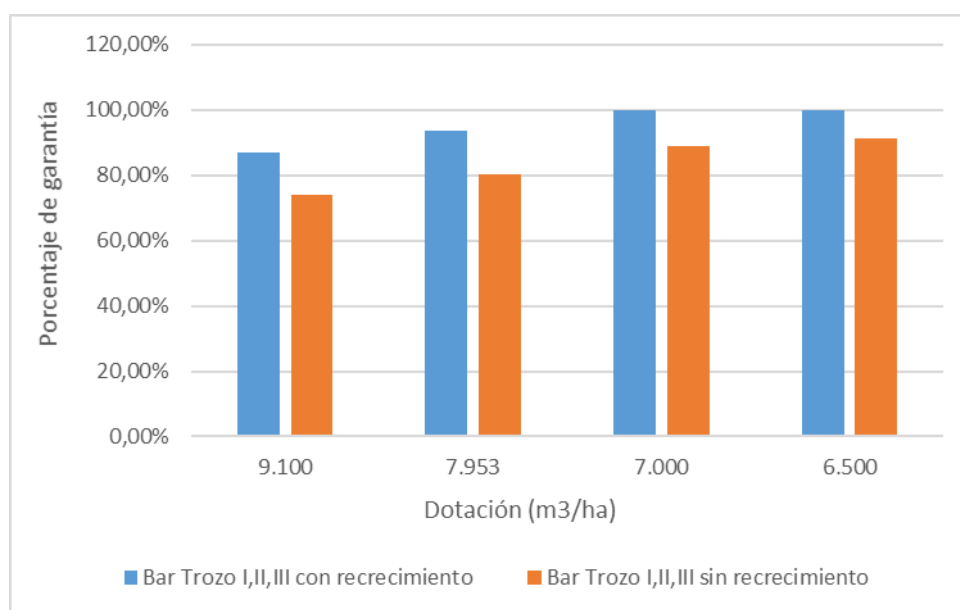


Figura 57. Gráfico comparativo de la garantía de suministro de la demanda de Bardenas Tramo I,II,III para ambos escenarios según diferentes dotaciones (Fuente: Elaboración propia)

- Garantía de suministro de Bar Trozo IV, Bar II Canal, Sora 1, C. Pardina, Abajo C. Villas, Arriba C. Villas, A. Navarra.

Como se puede apreciar en la tabla y en el gráfico al disminuir las necesidades hídricas de esta demanda aumentan la garantía de suministro siendo mayor el aumento en el caso de Yesa sin recrecimiento que recrecido.

Tabla 72. Resultados de la garantía de suministro de Bar Trozo IV, Bar II Canal, Sora 1, C. Pardina, Abajo C. Villas, Arriba C. Villas, A. Navarra para ambos escenarios al variar las dotaciones

	Dotación				Porcentaje de aumento de garantía
	9.100	7.953	7.000	6.500	
Yesa con recrecimiento	80,40%	93,50%	95,70%	97,80%	17,40%
Yesa sin recrecimiento	45,70%	65,20%	82,60%	87,00%	41,30%

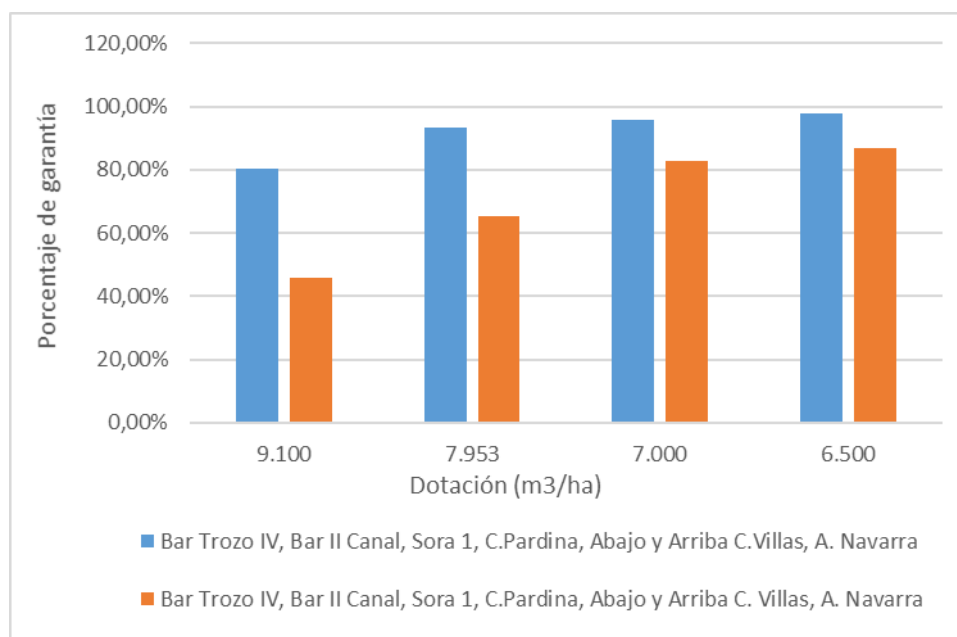


Figura 58. Gráfico comparativo de las garantías de suministro de las demandas de Bardenas Tramo IV, Bar II Canal, Sora 1, C. Pardina, Abajo C. Villas, Arriba C. Villas, A. Navarra para ambos escenarios según diferentes dotaciones (Fuente: Elaboración propia)

- Garantía de suministro de Sora II

En la tabla y en el gráfico se puede ver como al disminuir las dotaciones aumentan las garantías de suministro. Para el escenario sin recrecer este aumento es mayor, aunque para el escenario con recrecimiento se obtiene una garantía del 100% para la dotación de 6.500 m³/ha.

Tabla 73. Resultados de la garantía de suministro de Sora II para ambos escenarios al variar las dotaciones

	Dotación				Porcentaje de aumento de garantía
	9.100	7.953	7.000	6.500	
Yesa con recrecimiento	80,40%	93,50%	97,80%	100%	19,60%
Yesa sin recrecimiento	58,70%	84,80%	91,30%	93,50%	34,80%

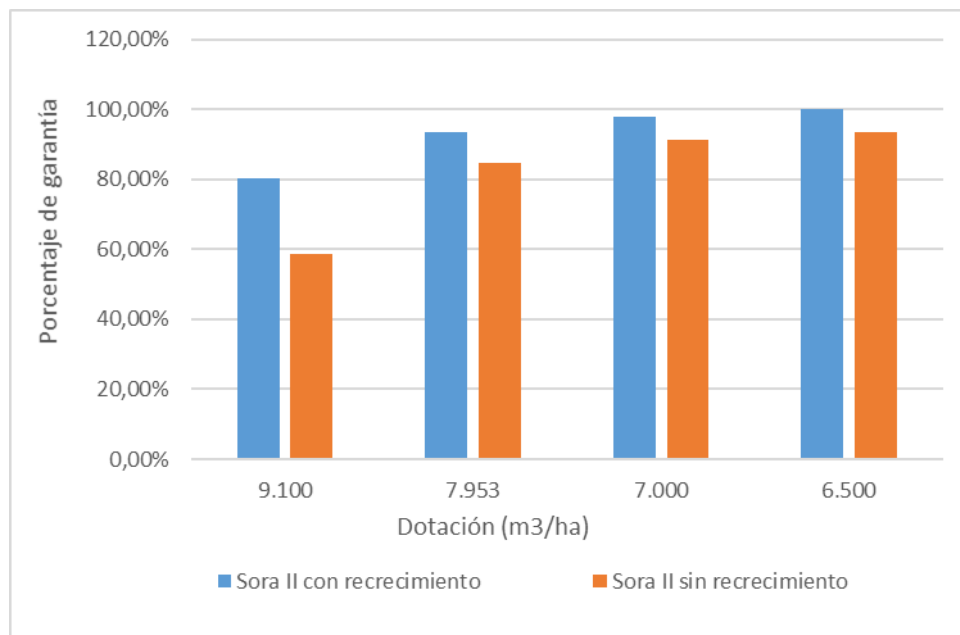


Figura 59. Gráfico comparativo de la garantía de suministro de la demanda de Sora II para ambos escenarios según diferentes dotaciones (Fuente: Elaboración propia)

- Garantía de suministro de Zaragoza

Por último, para la demanda de Zaragoza al disminuir la dotación el aumento del porcentaje de garantía es mayor para el embalse sin recrecer que recrecido. Para ambos casos, se alcanza una satisfacción de la demanda del 100% aunque se obtiene antes para el caso del recrecimiento para una dotación de 7.953 m³/ha. Para el escenario de Yesa sin recrecer se obtiene dicho porcentaje de garantía para una dotación de 7.000 m³/ha.

Tabla 74. Resultados de la garantía de suministro de Zaragoza para ambos escenarios al variar las dotaciones

	Dotación				Porcentaje de aumento de garantía
	9.100	7.953	7.000	6.500	
Yesa con recremento	95,70%	100%	100%	100%	4,30%
Yesa sin recremento	91,30%	97,80%	100%	100%	8,70%

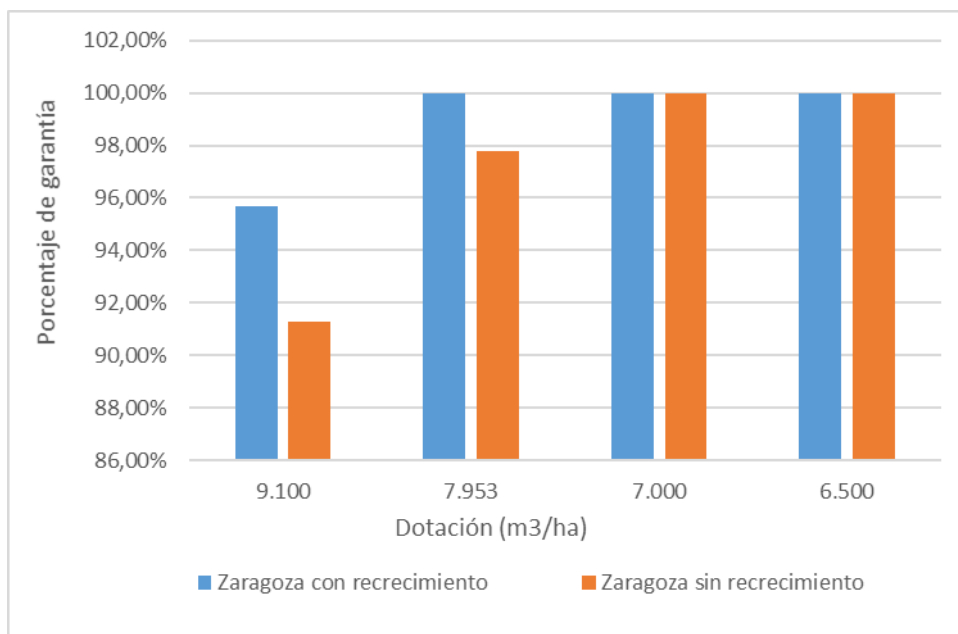


Figura 60. Gráfico comparativo de la garantía de suministro de la demanda de Zaragoza para ambos escenarios según diferentes dotaciones (Fuente: Elaboración propia)

6.5 Escenario futuro realista

Una vez concluidos los análisis de sensibilidad realizados aisladamente para cada una de las variables puestas en cuestión (longitud de la serie de aportaciones, reducción de aportaciones por cambio climático, demandas de las zonas regables, evaporación en el embalse de Yesa), en este último apartado se pretende conformar un “escenario realista” donde las modificaciones descritas se recojan conjuntamente, para proceder a compararlo con el escenario oficial. De esta manera, se podrá analizar la utilidad del recrecimiento del embalse en términos de la necesidad real existente y del aumento de la garantía de suministro que se tendría en ambos estudios (el “oficial” procedente del Anejo 6 del proyecto oficial de recrecimiento y el “realista” que se presenta en este documento).

Así, las modificaciones respecto al escenario “oficial” que conforman el escenario “realista” son cuatro:

- Reducción de aportaciones por cambio climático. En virtud de lo expuesto en el apartado 5.2.1, se establece una reducción del 15% en las aportaciones del río Aragón al embalse de Yesa con respecto a la serie histórica de aportaciones, por los efectos del cambio climático.
- Aumento de la evaporación en el embalse. También para tener en cuenta el efecto del cambio climático, se adoptan los valores de evaporación de López-Moreno (2008) por considerarse más cercanos a los valores futuros, tal y como se ha explicado en el apartado 5.2.2.
- Reducción de demandas en la zona regable. Se reducen de 9.100 m³/ha a 6.500 m³/ha, que es la que se asigna a los nuevos regadíos. Tal y como se ha explicado en el apartado 5.2.3, para conseguir esta reducción sería necesario introducir mejoras en la gestión, transporte, almacenamiento y aplicación del agua. Estas medidas requerían una inversión económica que posiblemente sería menor que la inversión necesaria para el recrecimiento del embalse de Yesa y no supondrían una disminución de la producción agrícola, sino un aumento en la eficiencia en el uso del agua.
- Reducción de demandas en Zaragoza. Se reduce desde 90 hm³ hasta 60 hm³ la demanda anual de agua de la ciudad de Zaragoza, pues éste último valor es más acorde con las necesidades reales de la ciudad y su entorno, siendo un valor real y estable en los últimos años. En realidad, el agua procedente de Yesa podría ser menor en el futuro, pues Zaragoza también capta agua procedente del Ebro a través del Canal Imperial de Aragón. Además, a través de la disminución de fugas en las tuberías de la ciudad, la cifra podría rebajarse aún más.

Sobre la longitud de la serie de aportaciones, se ha decidido mantener la serie larga de aportaciones (1959-2005) frente a la serie corta (1979-2005). Si bien esta última reflejaría mejor la menor pluviosidad de las tres últimas décadas frente a las anteriores, se opta por seguir las recomendaciones oficiales al respecto (CEDEX 1992): "las series de aportaciones deberán ser suficientemente largas (...). Ese periodo debería reflejar la variabilidad hidrológica existente e incluir años secos, medios y húmedos, así como periodos de años consecutivos tanto secos como húmedos (...). Un periodo que, en principio, puede considerarse suficientemente largo y representativo en España es el comprendido desde 1940 hasta la actualidad". Los valores de la serie larga de aportaciones, no obstante, han sido reducidos un 15% por el cambio climático, tal como se ha explicado más arriba.

Así, la siguiente tabla resumiría las diferencias existentes entre los escenarios oficial y realista.

Tabla 75. Diferencias existentes entre los escenarios oficial y realista.

Concepto	Escenario oficial	Escenario realista
Reducción de aportaciones por cambio climático	0%	15%
Evaporación en embalse	Sin justificar	López Moreno (2008)
Demandas en zona regable	9.100 m ³ /s (sin justificar)	6.500 m ³ /s (regadíos eficientes, sin merma de producción)
Demandas en Zaragoza y entorno	90 hm ³ (sin justificar)	60 hm ³ (consumo total real)

Para cada uno de los dos escenarios, se realizan las simulaciones con Aquatool en el caso de recrecer el embalse y en el caso de no hacerlo, llegándose a las siguientes garantías de suministro anuales:

Tabla 76. Garantías de suministro para el escenario oficial y realista para Yesa con recrecimiento y sin recrecimiento.

	Sin recrecimiento	Con recrecimiento
Escenario oficial	45,4 %	80,7 %
Escenario realista	84,8 %	93,5 %

Si representamos gráficamente estos resultados, podemos apreciar el aumento de garantía de suministro que se produciría en cada uno de los dos escenarios.

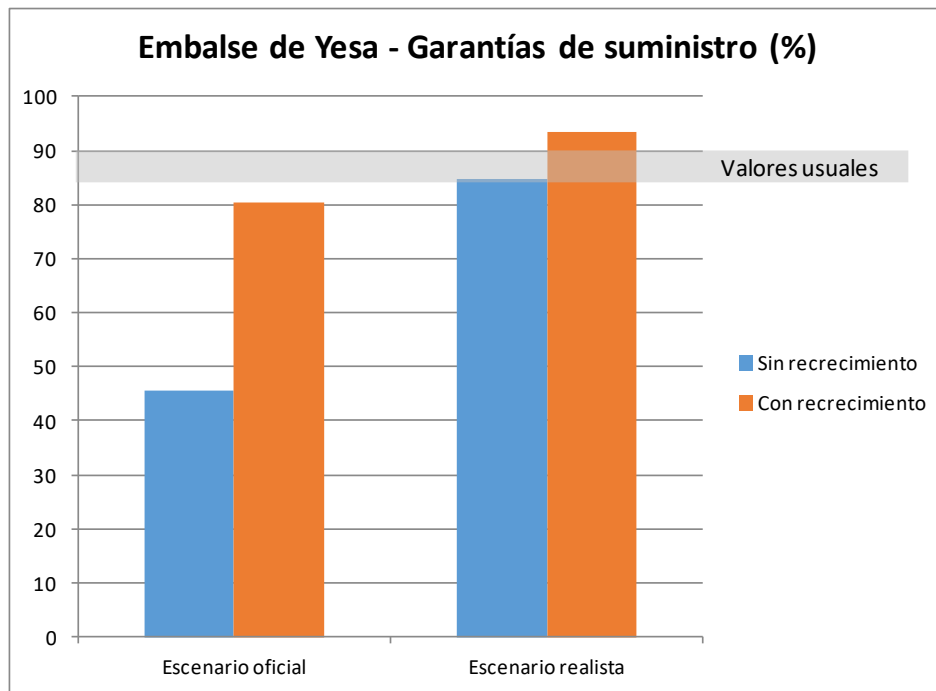


Figura 61. Gráfico de garantías de suministro del escenario oficial y el realista para Yesa con recrecimiento y sin recrecimiento (Fuente: Elaboración propia).

En la figura, se ha dibujado una franja gris para representar los valores usuales de 85-90% que se suelen adoptar en los sistemas de explotación de recursos hídricos, según CEDEX (1994). Podemos observar que ambos escenarios, el oficial y el realista, ofrecen resultados de garantía de suministro notablemente diferentes. En el escenario oficial, el recrecimiento de Yesa parecería justificado técnicamente al conseguir elevar la garantía de suministro de 45,8% a 80,7%. Pero en el escenario realista, el aumento se produciría desde un valor de 84,8%, que sería un valor usual y que por tanto no necesitaría ninguna mejora, a un valor de 93,5%, de manera que en tal escenario la obra no quedaría justificada desde un punto de vista técnico.

7. Conclusiones

7.1 Conclusiones específicas

- La planificación o gestión integrada de los recursos hídricos (GIRH) es necesaria para satisfacer las necesidades de consumo sin que se produzcan importantes déficits.
- El Cambio Climático produce una reducción en las aportaciones del 20% para la serie larga lo que equivale a 23,07 Hm³ mensuales.
- El Cambio Climático produce una reducción en las aportaciones del 20% para la serie corta lo que equivale a 19,37 Hm³ mensuales.
- El Cambio Climático produce una reducción en el volumen de Yesa con recrecimiento del 34,76% para la serie larga lo que equivale a 236,96 Hm³ mensuales, y del 51,12% para la serie corta lo que equivale a 259,64 Hm³ mensuales.
- El Cambio Climático produce una reducción en el volumen de Yesa sin recrecimiento del 26,2% para la serie larga lo que equivale a 83,79 Hm³ mensuales y del 20,9% para la serie corta lo que equivale a 52,1 Hm³ mensuales.
- El Cambio Climático produce una reducción de las garantías de suministro de las demandas de Bardenas III, Bardenas Tramo IV, Bardenas II Canal, Sora I, Sora II, C. Pardina, Abajo C. Villas, Arriba C. Villas, A. Navarra para la serie larga y con Yesa con recrecimiento del 28,2%.
- El Cambio Climático produce una reducción de la garantía de suministro de la demanda de Bardenas Tramo I,II,III para la serie larga y con Yesa con recrecimiento del 21,8%.
- El Cambio Climático produce una reducción de la garantía de suministro de la demanda de Zaragoza para la serie larga y con Yesa con recrecimiento del 26,1%.
- El Cambio Climático produce una reducción de las garantías de suministro de las demandas de Bardenas III, Bardenas Tramo IV, Bardenas II Canal, Sora I, Sora II, C. Pardina, Abajo C. Villas, Arriba C. Villas, A. Navarra para la serie corta y con Yesa con recrecimiento del 46,2%.

- El Cambio Climático produce una reducción de la garantía de suministro de la demanda de Bardenas Tramo I,II,III para la serie corta y con Yesa con recrecimiento del 38,4%.
- El Cambio Climático produce una reducción de la garantía de suministro de la demanda de Zaragoza para la serie corta y con Yesa con recrecimiento del 46,1%.
- El Cambio Climático produce una reducción de la garantía de suministro de la demanda de Bardenas III para la serie larga y con Yesa sin recrecimiento del 17,4%.
- El Cambio Climático produce una reducción de la garantía de suministro de la demanda de Bardenas Tramo IV, Bardenas II Canal, Sora I, C. Pardina, Abajo C. Villas, Arriba C. Villas, A. Navarra para la serie larga y con Yesa sin recrecer del 19,6%.
- El Cambio Climático produce una reducción de la garantía de suministro de la demanda de Sora II para la serie larga y con Yesa sin recrecimiento del 32,6%.
- El Cambio Climático produce una reducción de la garantía de suministro de la demanda de Bardenas Tramo I,II,III para la serie larga y con Yesa sin recrecimiento del 28,2%.
- El Cambio Climático produce una reducción de la garantía de suministro de la demanda de Zaragoza para la serie larga y con Yesa sin recrecimiento del 13%.
- El Cambio Climático produce una reducción de la garantía de suministro de las demandas de Bardenas III, Bardenas Tramo IV, Bardenas II Canal, Sora I, C. Pardina, Abajo C. Villas, Arriba C. Villas, A. Navarra para la serie corta y con Yesa sin recrecimiento del 11,6%.
- El Cambio Climático produce una reducción de la garantía de suministro de las demandas de Sora II para la serie corta y con Yesa sin recrecimiento del 30,8%.
- El Cambio Climático produce una reducción de la garantía de suministro de las demandas de Bardenas Tramo I,II,III para la serie corta y con Yesa sin recrecimiento del 38,4%.
- El Cambio Climático produce una reducción de la garantía de suministro de las demandas de Zaragoza para la serie corta y con Yesa sin recrecimiento del 23,1%.

- Las garantías de suministro de las diferentes demandas se mantienen constantes al variar las evaporaciones para ambos escenarios.
- La garantía de suministro de las demandas de Bardenas III, Bardenas Tramo IV, Bardenas II Canal, Sora I, C. Pardina, Abajo C. Villas, Arriba C. Villas, A. Navarra aumenta un 17,40% al disminuir las dotaciones para Yesa recrecido.
- La garantía de suministro de las demandas de Bardenas Tramo I,II,III aumenta un 13% al disminuir las dotaciones para Yesa recrecido.
- La garantía de suministro de las demandas de Sora II aumenta un 19,60% al disminuir las dotaciones para Yesa recrecido.
- La garantía de suministro de las demandas de Zaragoza aumenta un 4,3% al disminuir las dotaciones para Yesa recrecido.
- La garantía de suministro de las demandas de Bardenas III aumenta un 43,4% al disminuir las dotaciones para Yesa sin recrecimiento.
- La garantía de suministro de las demandas de Bardenas Tramo I,II,III aumenta un 73,90% al disminuir las dotaciones para Yesa sin recrecimiento.
- La garantía de suministro de las demandas de Bardenas Tramo IV, Bardenas II Canal, Sora I, C. Pardina, Abajo C. Villas, Arriba C. Villas, A. Navarra aumenta un 41,30% al disminuir las dotaciones para Yesa sin recrecimiento.
- La garantía de suministro de las demandas de Sora II aumenta un 34,6% al disminuir las dotaciones para Yesa sin recrecimiento.
- La garantía de suministro de las demandas de Zaragoza aumenta un 8,7% al disminuir las dotaciones para Yesa sin recrecimiento.
- Los efectos del Cambio Climático producen una disminución del volumen de Yesa mayor para el embalse con recrecimiento que sin recrecer tanto para la serie larga como para la serie corta.
- Las garantías de suministro de las diferentes demandas se reducen en mayor medida para el escenario de Yesa con recrecimiento que sin recrecer tanto para la serie larga como la serie corta.
- El aumento que experimentan las garantías de suministro de las distintas demandas es mayor para el embalse de Yesa sin recrecer que con recrecimiento.

7.2 Conclusiones generales

Las menores aportaciones hídricas que se derivarían del Cambio Climático producirían una disminución generalizada en las garantías de suministro del sistema regable de Bardenas.

La mayor evaporación en el embalse de Yesa que propone López Moreno (2008) no tendría ningún efecto apreciable sobre las garantías de suministro del sistema regable de Bardenas.

La menor demanda de la zona regable, que podría conseguirse mediante mejoras en la gestión, transporte, almacenamiento y aplicación del agua, sin mermas en la producción agraria, produciría un aumento generalizado en las garantías de suministro del sistema regable de Bardenas.

El escenario oficial, con el que se trata de justificar técnicamente la obra, no justifica algunos de sus datos de entrada más relevantes (en especial las demandas) y no contempla ninguno de los tres conceptos anteriores (menores aportaciones hídricas, mayor evaporación y menor demanda), de manera que no es un escenario realista que pueda modelizar el sistema en el futuro. Por tanto, el estudio de regulación justificativo del recrecimiento del embalse de Yesa (anejo nº6 del Modificado nº3 del proyecto constructivo) sería incorrecto.

El análisis del escenario realista, que contempla simultáneamente los tres conceptos (menores aportaciones hídricas, mayor evaporación y menor demanda), muestra que el sistema regable funcionaría correctamente en un futuro sin necesidad de recrecer el embalse, con una garantía de suministro de 84,8% que podría considerarse usual.

La conclusión final sería, en virtud de las conclusiones anteriores, que el recrecimiento de Yesa no estaría justificado técnicamente, y sería una obra innecesaria en el caso de elevar la eficiencia global del sistema regable a niveles más actuales.

8. Bibliografía

Andreu Álvarez, J., Solera Solera, A., Capilla Romá, J., Ferrer Polo, J. (2007): *Modelo Simges para simulación de cuencas. Manual de usuario V 3.00*. Valencia, España. Universidad Politécnica de Valencia.

Ayala-Carcedo FJ, Iglesias A (1996): *Impactos del cambio climático sobre los recursos hídricos, el diseño y la planificación hidrológica en la España peninsular*. ITGE Tecnoambiente, 64:43-48.

Baile Ayensa, J.I (2019): *Las Bardenas, Geología Clima Vegetación y Fauna*. Turismo Arguedas. Disponible en: <http://www.infoarguedas.com/geologia-clima-vegetacion-y-fauna-en-las-bardenas/>

Cabezas F (2004): Cambio climático y recursos hídricos en la planificación hidrológica. Ingeniería y territorio, 68: 10-15.

CEDEX (2012): Evaluación del impacto del cambio climático en los recursos hídricos de España. Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas. Ministerio de Fomento y Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente.

CEDEX (1994) Garantía en los sistemas de explotación de los recursos hidráulicos. Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas. Ministerio de Obras Públicas, Transportes y Medio Ambiente.

CEDEX (1992) Metodologías y recomendaciones para la evaluación de recursos hídricos. Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas. Ministerio de Obras Públicas, Transportes y Medio Ambiente.

Centro de Estudios Hidrográficos (2012): Estudios de los impactos del Cambio Climático en recursos hídricos y masas de agua. CEDEX, Madrid. Disponible en: http://www.cedex.es/NR/rdonlyres/1A37E29F-27F4-49A9-BDBA-17BC5F5E8631/126004/03ImpactoCCSistemasExplotacion_tcm7310164.pdf

CHE (2008): Recrecimiento del embalse de Yesa. Modificación número 3 del proyecto constructivo. Confederación Hidrográfica del Ebro.

CHE (2005) Evaluación preliminar de la incidencia del cambio climático en los recursos hídricos de la cuenca del Ebro. Oficina de Planificación Hidrológica de la Confederación Hidrográfica del Ebro.

CHEbro (2019): *Estudio complementario en relación con el impacto previsible de los embalses futuros en el estado de las masas de agua*. Confederación hidrográfica del Ebro. Disponible en: <http://www.chebro.es:81/Plan%20Hidrologico%20Ebro%2020152021/2%20Revisi%C3%B3n%20201521%20del%20Plan%20Hidrol%C3%B3gico%20del%20Ebro/2.3%20Memoria/2.3.5.%20Anexo%204/Anexo%204.9.-%20Estudio%20complementario%20embalses.pdf>

Del Barrio, J (2013): *El Cambio Climático en los Pirineos*. Consejo de Medio Ambiente de Navarra. Disponible en:

<https://uranuevacultura.wordpress.com/2013/11/13/preocupantes-conclusiones-de-la-jornada-sobre-el-cambio-climatico-en-los-pirineos/>

De Lama Pedrosa, B. (2011): *Metodología de evaluación e identificación de políticas de adaptación al cambio climático en la gestión de recursos hídricos* (Tesis doctoral). Universidad Politécnica de Madrid.

Estrada Lorenzo, F (1994): *Garantía en los sistemas de explotación de los Recursos Hidráulicos* (Tesis Doctoral). Universidad Politécnica de Madrid.

Gobierno de Navarra (2019): Meteorología y climatología de Navarra. Disponible en: http://meteo.navarra.es/estaciones/descargardatos_estacion.cfm?IDEstacion=236

González, D (2012): *Impactos del Cambio Climático sobre los usos del agua en Europa*. Departamento de ingeniería civil: hidráulica y energía. ETSI caminos, canales y puertos. Disponible en: http://oa.upm.es/13728/1/DUNIA_GONZALEZ_ZEAS.pdf

López Moreno, J.I (2008): *Estimación de pérdidas de agua por evaporación en embalses del Pirineo*. Instituto Pirenaico de Ecología, CSIC. Campus de Aula Dei, Zaragoza. Disponible en: http://digital.csic.es/bitstream/10261/59639/1/SergioVicente2008_EstimacionDePerdidasDeAguaPorEvaporacion.pdf

MIMAM (2000) Libro Blanco del Agua. Ministerio de Medio Ambiente.

MIMAM (2005) Evaluación preliminar general de los impactos en España por efecto del cambio climático. Ministerio de Medio Ambiente.

ONU (2014): *Gestión Integrada de Recursos Hídricos (GIRH)*. Departamento de Asuntos Económicos y Sociales de Naciones Unidas. Disponible en: <https://www.un.org/spanish/waterforlifedecade/iwrm.shtml>

Pérez de la Cruz, F.J (2019): *Planificación de recursos hídricos naturales y urbanos*. Universidad Politécnica de Cartagena. Disponible en: http://ocw.bib.upct.es/pluginfile.php/12694/mod_resource/content/1/Tema%2002%20RECURSOS%20H%C3%8DDRICOS.pdf

Solera Solera, A., Paredes Arquiola, J., Andreu Álvarez, J (2007): *Aquatool DMA SSD para planificación de cuencas*. Manual de usuario V 1.0. Valencia, España. Universidad Politécnica de Valencia.

Sparrow, E (2009): *Presas de gravedad*. Universidad Nacional del Santa, Facultad de ingeniería civil. Disponible en: http://biblioteca.uns.edu.pe/saladocentes/archivoz/publicacionez/represas_de_gravedad_aplicacion_tmp4ab639d7.pdf

